

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО НАСОСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ МЕЖЭЛЕКТРОДНОГО ПРОМЕЖУТКА

*Институт прикладной физики АНМ,
ул. Академией, 5, г. Кишинев, МД- 2028, Республика Молдова, mbologa@phys.asm.md*

Исследования по изучению и совершенствованию электрогидродинамических (ЭГД) насосов свидетельствуют, что их характеристики существенно зависят от процессов ионизации диэлектрической жидкости на электродах и структуры ЭГД-течений в межэлектродном промежутке (МЭП). Независимо от геометрии электродов в МЭП, как правило, образуются возвратные (вихревые) течения [1, 2], в которых происходит основная диссипация энергии электрического поля.

Возвратные течения могут быть частично подавлены путем сужения канала, что, однако, сопровождается возрастанием гидравлического сопротивления МЭП и уменьшением интенсивности ЭГД-течения. Поэтому целесообразнее использовать вихревые течения при их частичном подавлении. Установка для исследования возможности такого подхода к улучшению характеристик ЭГД насоса состоит из прямоугольной емкости, заполненной рабочей средой – керосином, в которой находится ЭГД насос (рис. 1). В коаксиальном диэлектрическом корпусе 3 размещены электроды 1 и 2. Электрод-коллектор 2 насоса выполнен в виде пластины со сквозным отверстием, эмиттер 1 представляет собой провод диаметром 1 мм в лаковой изоляции с перфорацией. Степень неоднородности электрического поля на перфорации ниже, чем в случае игольчатого электрода, но выше пороговая напряженность электрического поля, при которой происходит пробой межэлектродного промежутка. Вплотную к эмиттеру, со стороны коллектора, установлена диэлектрическая пластина 4 с отверстием, по центру которого расположена перфорация в изоляции. Расстояние между электродами варьировалось с помощью диэлектрических втулок 5. Положение электродов фиксировалось с помощью муфт 6 и 7. Выходной патрубком насоса соединялся с пьезометром 8 со сливом 9 для измерения расхода. Напор, создаваемый насосом, измерялся при нулевом расходе, что позволило достовернее выявить влияние различных факторов на работу ЭГД насоса.

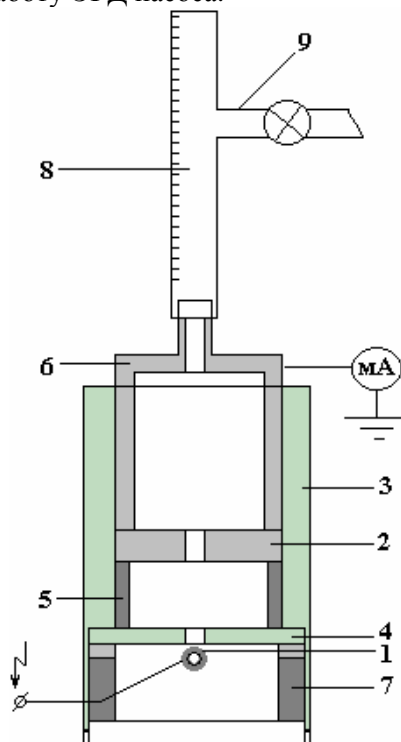


Рис.1. Схема электрогидродинамического насоса

Зависимости напорной характеристики исследуемого насоса от напряжения при различной геометрии эмиттера представлены на рис. 2.

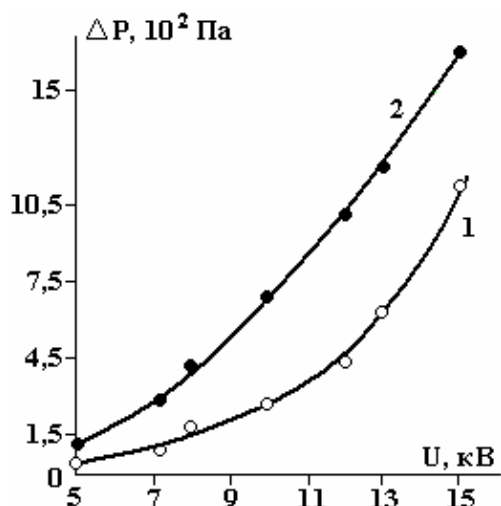


Рис. 2. Зависимость напора от разности потенциалов между электродами. Эмиттер: 1 – плоская пластина; 2 – провод с перфорацией

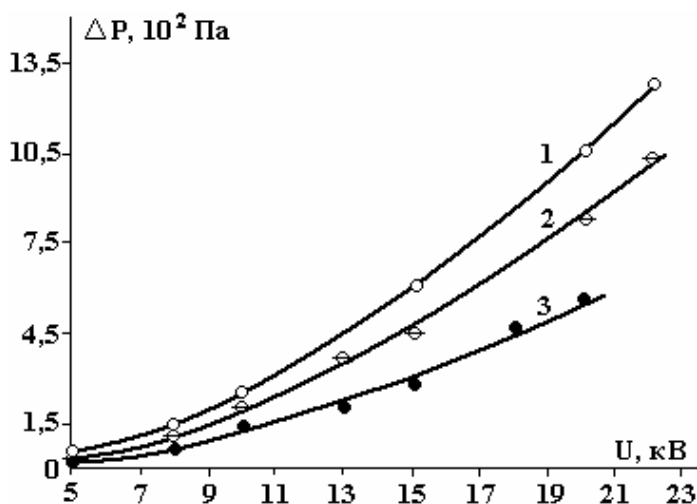


Рис. 3. Зависимость напора от разности потенциалов между электродами при различной толщине диэлектрической пластины h , мм: 1 – 1,0; 2 – 2,0; 3 – 3,0

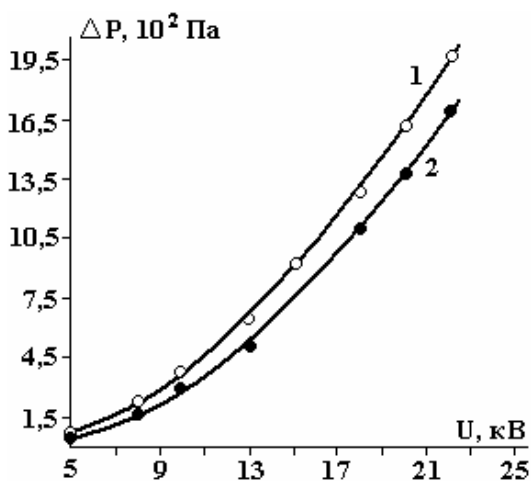


Рис. 4. Зависимость напора от разности потенциалов между электродами при различном диаметре отверстия в диэлектрической пластине d_1 , мм: 1 – 1,5; 2 – 2,0

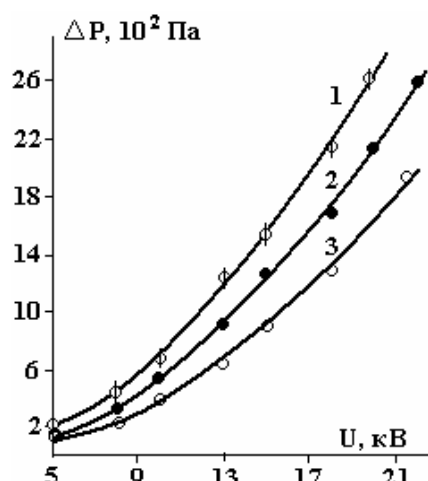


Рис. 5. Зависимость напора от разности потенциалов при различном расстоянии между электродами l , мм: 1 – 1,2; 2 – 2,0; 3 – 3,0

В случае эмиттера-пластины со сквозным отверстием, на краях которого происходит ионизация диэлектрической жидкости, напорная характеристика (кривая 1) значительно хуже. При этом концентрация напряженности электрического поля ниже, чем на перфорации и игле, что снижает степень ионизации рабочей среды. Также следует отметить неустойчивость электрогидродинамического течения, связанную с неравномерностью зарядки жидкости на протяженной кромке отверстия. Поэтому в дальнейшем в качестве эмиттера использовался провод в лаковой изоляции с перфорацией. Существенное влияние на характеристики насоса оказывает толщина h диэлектрической пластины, расположенной вплотную к эмиттеру (рис. 3). По мере увеличения h , но при постоянном межэлектродном расстоянии l уменьшается толщина слоя жидкости между диэлектрической пластиной и коллектором, что приводит к перераспределению электрического поля и повышению гидравлического сопротивления межэлектродного промежутка. В результате ухудшается напорная характеристика (кривые 1–3, рис. 3). Варьирование h менее 1 мм не оказывает воздействия на параметры насоса, а уменьшение диаметра отверстия d_1 в диэлектрической пластине несколько повышает напор (кривые 1 и 2, рис. 4). Диэлектрическая пластина с отверстием играет роль диафрагмы, ограничивающей возвратные течения, создающие подсосывающий эффект в зоне перфорации на проволоке. Межэлектродное расстояние l также влияет на характеристику насоса (рис. 5). Это улучшение с

уменьшением l при неизменной разности потенциалов между электродами (кривые 1–3, рис. 5) за счет роста напряженности поля E . Такая же зависимость наблюдается с увеличением l при постоянном E (рис. 6), что объясняется снижением гидравлического сопротивления межэлектродного промежутка. В значительной степени напор, создаваемый насосом, зависит от диаметра d_2 отверстия в коллекторе. Зависимости напора от разности потенциалов между электродами при различных d_2 представлены на рис. 7 (кривые 1–3). Оптимальные результаты достигнуты в случае $d_2 = 1$ мм. С уменьшением диаметра отверстия в коллекторе увеличивается напряженность электрического поля за счет снижения расстояния между перфорацией и кромкой отверстия и неустойчивости электрогидродинамического течения, характерного для системы электродов игла-кольцо. Замена коллектора – пластины с отверстием на металлическую сетку также приводит к улучшению напора (кривые 2–4). Последнее позволяет использовать в качестве коллектора сетку (при некотором снижении напора, кривые 1, 4), что упрощает конструкцию насоса. Установлены оптимальные параметры МЭП (h, l, d_1, d_2). Получен максимальный статический напор, равный 5025 (625 мм столба керосина), что не является пределом.

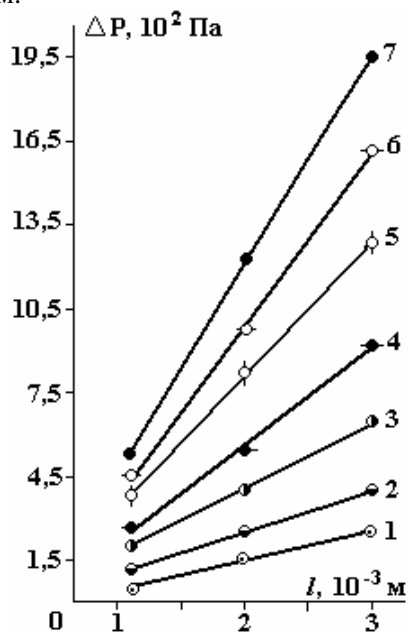


Рис. 6. Зависимость напора от расстояния между электродами при различных напряженностях поля E , кВ/мм: 1 – 2,7; 2 – 3,33; 3 – 4,33; 4 – 5,0; 5 – 6,0; 6 – 6,67; 7 – 7,33

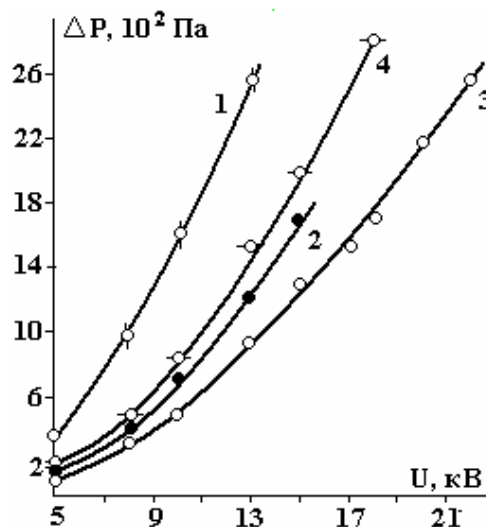


Рис. 7. Зависимость напора от разности потенциалов при различном диаметре отверстия в коллекторе d_2 , мм: 1 – 1,0; 2 – 2,0; 3 – 3,0; 4 – коллектор-сетка (1x1 мм)

Таким образом, с помощью потокоограничивающей диафрагмы и используя возвратные (ячеистые) течения в свободном слое жидкости межэлектродного пространства, можно значительно улучшить характеристики электрогидродинамического насоса с системой электродов “проволака-плоскость”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болога М.К., Гросу Ф.П., Кожухарь И.А. Электроконвекция и теплообмен. Кишинев: Штиинца, 1977. 320 с.
2. Стишков Ю.К., Остапенко А.А. Электрогидродинамические течения в жидких диэлектриках. Л., 1989. 176 с.

Поступила 14.04.08

Summary

The possibility of improving of electrohydrodynamic pump characteristics by partial flow restriction and use of backflows in the interelectrode gap is shown. Optimum parameters of flow-restricting diaphragm, collector and interelectrode distance are determined.