

Автори висловлюють подяку В.В.Кулішу за допомогу у проведенні експериментальних досліджень.

## SUMMARY

The temperature dependence of resistivity ( $\rho$ ) and temperature coefficient of resistivity ( $\beta$ ) were studied in the thickness range 50-400 nm. The curve of  $\rho(T)$  and  $\beta(T)$  show curvatures lie in the range Debye temperature. The electron-phonon interaction parameter increases with decreasing thickness.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Narayandas K., Radnakrishnan M., Balasubramanian C. Defect density and electrical properties of vacuum evaporated copper films from annealing studies of electrical resistance // *Electro Component Science and Technology*.-1982.-№9.-P.171-178.
2. Narayandas K., Radnakrishnan M., Balasubramanian C. Dependence of defect density and activation energy on deposition rates in copper films // *Jornal of Materials Science*.-1981.-№16.-P.549-552.
3. Исламгалиев Р.К., Ахмадеев Н.А., Мулюков Р.Р., Валиев Р.З. Влияние субмикросернистого состояния на электросопротивление меди // *Металлофизика*.-1991.-Т.13. - №3.-С.20-25.
4. Грибок В.С., Заблудовский В.А. Структура и свойства электролитических медных покрытий, полученных в импульсных режимах // *МФиНТ*.-1998.-Т.20. - №19.-С.53-57.
5. Проценко І.Ю., Опанасюк Н.М., Черноус А.М. Апробація трьохвимірної моделі тензочувливості металевих плівок // *ВАНТ*.-1998.-№2(3),3(4).-С.107-110.
6. Гладких Н.Т., Крышталь А.П. Изменение параметра решетки в островковых вакуумных конденсатах Cu, Ag, Au // *ВАНТ*.-1998.-№2(3),3(4).-С.57-65.
7. Проценко І.Ю., Шовкопляс О.В., Овчаренко Ю.М., Опанасюк Н.М. Електрофізичні властивості тонких полікристалічних плівок Cr, Cu, Ni та Ti // *Журнал фізичних досліджень*.-1998.-Т.2. - №1.- С.105-108.
8. Электрическое сопротивление тугоплавких металлов: Справочник / Под ред. А.Е.Шейдлина.-Москва: Энергия, 1981.-90 с.
9. Ларсон Д.К. Размерные эффекты в электропроводности тонких металлических пленок и проволок / В книге: Физика тонких пленок.-Москва: Мир.-1973.-Т.6.-С.97-170.
10. Проценко І.Е., Смолин М.Д., Шамога В.Г., Яременко А.В. Размерная и температурная зависимости электросопротивления пленок кобальта в области промежуточных температур // *УФЖ*.-1984.-Т.29. - №6.-С.920-925.
11. Лобода В.Б., Проценко І.Е., Смолин М.Д., Яременко А.В. Исследование размерных и температурных эффектов в тонких пленках переходных металлов // *УФЖ*.-1985.-Т.30. - №3.-С.435-440.
12. Проценко І.Е., Смолин М.Д., Яременко А.В., Лобода В.Б. Температурная зависимость удельного сопротивления тонких пленок переходных d-металлов // *УФЖ*.-1988.-Т.33. - №6.-С.875-880.
13. Технология тонких пленок: Справочник / Под ред. Р.Майссела, Р.Глекга.-Москва: Советское радио, 1977. - Т.2. - 768 с.
14. Однодворец Л.В., Овчаренко Ю.М., Опанасюк Н.Н., Проценко І.Е., Черноус А.Н. Электрофизические свойства одно- и многослойных пленок металлов. I Удельное сопротивление и тензочувствительность однослойных пленок // *Вісник Сумського державного університету*.-1996.-№1(5).-С.9-17.
15. Шматко О.А., Усов Ю.В. Структура и свойства металлов и сплавов. Электрические и магнитные свойства металлов и сплавов. Справочник.-Киев: Наукова думка, 1987.-581 с.
16. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике.-Москва: Наука.-1965.-872 с.

Надійшла до редколегії 12 лютого 1999 р.

УДК 622.621.928.8

## СТАЦИОНАРНЫЕ ПОТОКИ ЖИДКОСТИ В ОКРЕСТНОСТИ ФЕРРОМАГНИТНОЙ ИГЛЫ В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

С.В. Горобец\*, *вед.науч.сотр.*; И.А. Мельничук\*\*, *канд. физ.-мат. наук*  
(\* Украинский государственный университет пищевых технологий,  
\*\*Донецкий госуниверситет)

В настоящее время повысился интерес к воздействию магнитных полей на различные жидкие растворы с целью изучения как физических явлений, происходящих в них, так и для совершенствования технических

и технологических применений [1,2]. Кроме того, в настоящее время широкое распространение в различных областях получили магнитные фильтры и сепараторы с высокоградиентными ферромагнитными насадками (ВГФН) различной формы для разделения и очистки сыпучих, жидких и газообразных рабочих сред.

В работе [3] экспериментально показано, что при помещении модельной жидкости с микрообъектами (МО) различной природы (механическими слабомагнитными примесями или микроорганизмами) в постоянное магнитное поле в окрестности элемента высокоградиентной ферромагнитной насадки в виде железного шарика возникают стационарные потоки модельной жидкости.

В данной работе исследована возможность образования стационарных потоков модельной жидкости в окрестности элемента высокоградиентной ферромагнитной насадки в виде стальной иглы.

Для указанных исследований была изготовлена микрокювета (рис. 1), представляющая собой предметное стекло, куда помещалось медное

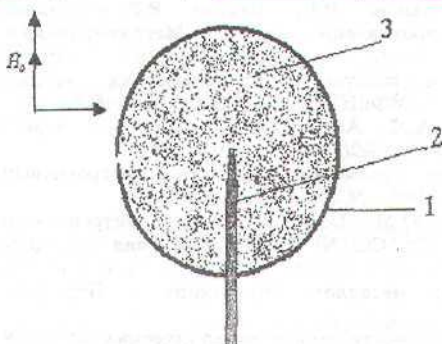


Рисунок 1 - Микрокювета с ВГФН в виде стальной иглы

проволочное кольцо 1, ограничивающее объем исследуемой жидкости, диаметр кюветы - 7мм, диаметр проволоки - 0,3 мм, проволока покрывалась тонким слоем лака. В центр проволочного кольца помещался элемент высокоградиентной ферромагнитной насадки 2, свободный объем микрокюветы заполнялся модельной жидкостью 3. Кювету накрывали покровным стеклом толщиной 0,7 мм для предотвращения испарения жидкости и образования тепловых потоков и помещали в однородное

постоянное магнитное поле. Для проведения экспериментов были подготовлены следующие модельные жидкости:

1 Пиво, примесными частицами в котором являются микроорганизмы, вызывающие процессы молочнокислого и уксуснокислого брожения. Для выращивания штаммов микроорганизмов бралось пиво и термостатировалось в течение недели при температуре 33-35°С. Для включения процесса уксуснокислого брожения в пробу вводился раствор одномолярной уксусной кислоты в количестве 15% объема пробы и 0,5 мл этилового спирта. Микроорганизмы, выращенные в пиве, хорошо видны при увеличении в 600 раз, имеют форму коротких округлых палочек - как одиночных, так и соединенных в цепочки. При окрашивании стандартным водным раствором люголя одни из них приобретают желтый цвет (*Acetobacter aceti*), другие - голубой (*Acetobacter pasteurianum*).

2 50% водный раствор соли бромистого лантана  $LaBr_3$ , в качестве примесей для идентификации движения модельной жидкости были взяты частицы газовой сажи.

Были проведены следующие эксперименты:

1 ВГФН - стальная игла длиной 9 мм с характерным диаметром на конце - 50 мкм (рис. 1), модельная жидкость - 50 % водный раствор соли бромистого лантана  $LaBr_3$ , в качестве примесей для идентификации движения модельной жидкости были взяты частицы газовой сажи.

Стальную иглу помещали в кювету с указанной выше модельной жидкостью и включали внешнее магнитное поле  $H_0=180$  кА/м, наблюдались потоки модельной жидкости  $V$ , как показано на рис.2. Целью эксперимента было определение влияния величины внешнего магнитного поля на скорость движения модельной жидкости. Как

показали проведенные опыты, модельная жидкость начинает двигаться сразу же в окрестности стальной иглы после включения внешнего магнитного поля и останавливается сразу после выключения внешнего магнитного поля, как и в случае с ферромагнитным шариком [3]. При этом при всех прочих равных параметрах системы скорость потока модельной жидкости  $V$  возрастает с увеличением внешнего магнитного поля (рис.3). Наблюдения в каждом эксперименте показывают, что определение влияния величины внешнего магнитного поля  $H_0$  на скорость движения модельной жидкости проводились в течение 300 с.

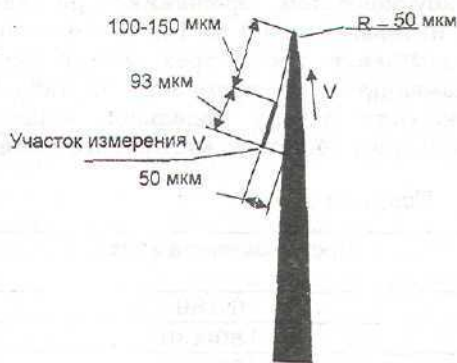


Рисунок 2 - Движение модельной жидкости в окрестности стальной иглы

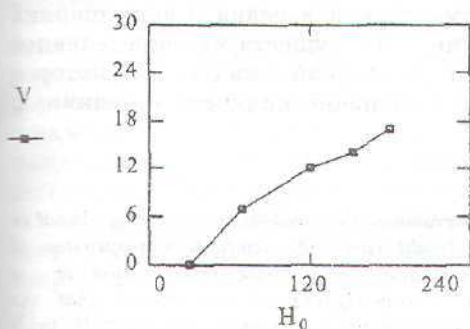


Рисунок 3 - Влияние величины магнитного поля  $H_0$  на скорость движения модельной жидкости  $V$  в окрестности стальной иглы

$V$	$H_0$
0	30
6	70
11	120
13	152
16	1800
мкм/с	к А/м

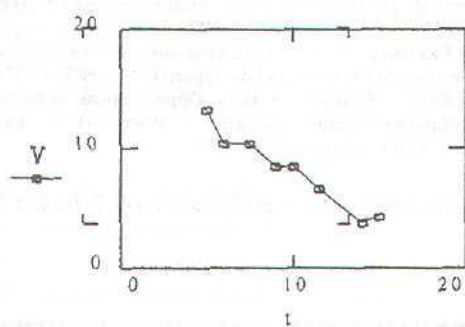


Рисунок 4 - Временная зависимость скорости потока модельной жидкости при  $H_0 = 180 \text{ кА/м}$

$V$	$t$
13	300
10	360
10	450
8	540
8	600
6	690
3	840
4	900
мкм/с	с

2 ВГФН - стальная игла длиной 9 мм с характерным диаметром на конце - 5 мкм (рис.1), модельная жидкость - пиво, подверженное уксуснокислому брожению. Условия эксперимента полностью повторяют условия эксперимента 1, но с другой модельной жидкостью.

Цель эксперимента - определение временных зависимостей скорости потока модельной жидкости при фиксированных значениях величины

внешнего магнитного поля  $H_0$ . Многочисленные эксперименты показали, что для данной ВГФН и модельной жидкости (пива, подверженного уксуснокислому брожению) при значениях внешнего магнитного поля  $H_0$  в интервале от 60 до 180 кА/м скорость модельной жидкости выходит на насыщение после трех минут эксперимента и затем практически не изменяется со временем. В табл.1 приведены данные по изменению скорости потока модельной жидкости в зависимости от времени при значении внешнего магнитного поля  $H_0 = 180$ кА/м.

Таблица 1

Время эксперимента, с	Скорость потока модельной жидкости, мкм/с
0-180	14.5
180-480	9.8
480-780	9.8
780-1080	9.8

Таким образом, в настоящей работе показано, что ферромагнитная насадка в виде стальной иглы, помещенная в постоянное магнитное поле, создает стационарные потоки в окружающей ее жидкости, содержащей различные ионы, так же, как и ферромагнитная насадка в виде шарика малых размеров. Кроме того, показано, что существует определенное время стабилизации скорости потока модельной жидкости, которое зависит от параметров насадки, состава модельной жидкости и величины внешнего магнитного поля.

#### SUMMARY

*The interaction of an element of high-gradient ferromagnetic needle-shaped packing placed in a homogeneous constant magnetic field, with a liquid (pH 2-3), containing suspension of microorganisms causing process of acetous acidic and lactic acidic fermentation or a suspension of unmagnetic fine-grained abrasive is investigated. It was shown, that the stationary flows of liquid are formed in the vicinity of a ferromagnetic particle in a homogeneous constant magnetic field.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радовенчик В.М., Шутько А.П., Гомеля Н.Д. Водоочистка с использованием магнитных полей // Химия и технология воды, 1995.-Т.17.- №3.-С.274-300.
2. Насретдинов Э.С., Мажидов К.Х., Рахимов Р.Б. Применение магнитного поля в пищевых производствах //Хранение и переработка сельхозсырья,1997.-№7.-С.47-48.
3. Горобец Ю.И., Горобец С.В., Пименов Ю.Н., Мельничук И.А. Образование стационарных потоков жидкости в окрестности ферромагнитной частицы в постоянном магнитном поле // Науковий вісник МГА України, 1998.- Вип.3.- С.70-73.

Поступила в редколлегию 7 июня 1999 г.

УДК 622.621.928

### ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ТРЕХМЕРНЫХ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ В ЛЕГКОПЛОСКОСТНОМ ФЕРРОМАГНИТИКЕ

О.Ю.Горобец, асп.

(Институт Магнетизма НАН Украины)

На сегодняшний день большой теоретический интерес представляет исследование статических и динамических солитонных решений