

УДК 66.08

DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-454-458

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОНИЦАЕМЫХ МЕМБРАН МГА-95П, ОПМ-К И ОПМН-П

© С.И. Лазарев¹⁾, Д.О. Абоносимов¹⁾, И.В. Хорохорина¹⁾,
А.А. Арзамасцев²⁾, М.А. Кузнецов¹⁾

¹⁾ Тамбовский государственный технический университет
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Советская, 106
E-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

²⁾ Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
E-mail: arz_sci@mail.ru

Выполнены исследования по изучению вольт-амперных характеристик полупроницаемых мембран МГА-95П, ОПМ-К и ОПМН-П в технологических растворах процесса меднения. Экспериментальные исследования проводились на установке с разделительным модулем. Модуль представлял собой двухкамерный разделительный мембранный аппарат плоскорамного типа. По полученным данным строили графики зависимостей плотности тока от напряжения для растворов, содержащих ионы меди и тринатрийфосфат различных концентраций. Из экспериментальных данных наблюдалось, что все вольт-амперные соотношения имеют близкую к линейной зависимость плотности тока от напряжения. Значения плотности тока не имеют критических точек, поскольку на зависимостях отсутствуют точки перегиба кривых зависимостей. С ростом концентрации растворенных веществ во всех исследуемых растворах плотность тока также увеличивалась.

Ключевые слова: мембранный агрегат; методика; расчет; рабочая площадь

Важную роль при электробаромембранном разделении технологических растворов играет величина плотности тока, которая может изменяться в довольно широких границах [1–2]. Для выбора оптимальной плотности тока при электробаромембранном разделении медно-гальванических растворов нами были исследованы вольт-амперные характеристики технологических растворов. Экспериментальное определение вольт-амперных характеристик осуществлялось на электробаромембранной установке, схема которой представлена на рис. 1, при разделении медно-гальванических растворов.

Рабочим элементом электробаромембранной установки является мембранный аппарат, в котором осуществляется процесс электробаромембранного разделения. Устройство электробаромембранного аппарата представлено на рис. 2 [3].

Аппарат представляет собой двухкамерный разделительный мембранный модуль плоскорамного типа. Разделяемый раствор поступает в штуцер (5) электробаромембранного аппарата и равномерно распределяется по разделительным камерам, образованным мембранами (10, 17) и поверхностями средней части (1), служащей для ввода и вывода по штуцерам ретентата. Часть раствора при этом под действием трансмембранного давления проходит через полупроницаемые мембраны, далее через ватман (11), который служит прокладкой под мембрану, через пористую подложку-электрод (12, 18), через металлическую сетку-электрод (13, 19), изготовленную из нержавеющей стали, по трем каналам, выполненным в штуцерах, подаются в сборники пермеата (бюксы объемом 50 мл). С каждой торцевой сто-

роны мембранного аппарата на фланцах (2) расположены по три штуцера для вывода пермеата.

Для герметизации фланцев (2) со средней частью (1) аппарата применялись прокладки (14) из поронита толщиной $0,3 \div 2 \cdot 10^{-3}$ м, что позволяло регулировать скорость течения раствора в мембранной камере. Мембранный аппарат герметично стягивался шестью

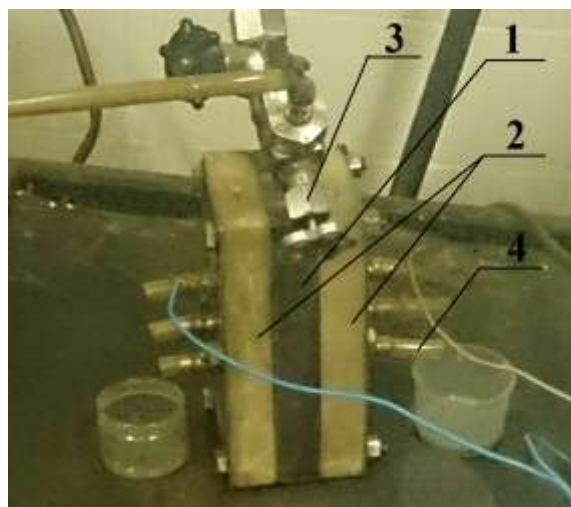


Рис. 1. Электробаромембранная установка: 1 – элемент средней части мембранного аппарата; 2 – торцевые фланцы аппарата; 3 – игольчатые дроссели; 4 – пермеатоотводящие каналы со штуцерами

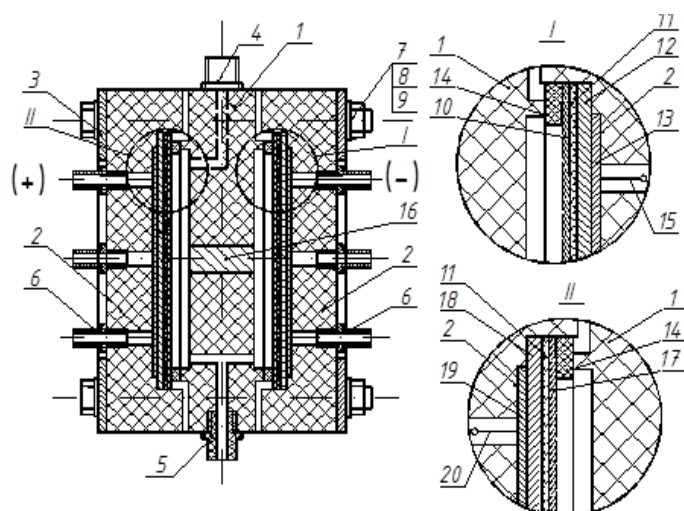


Рис. 2. Схема электромембранного аппарата: 1 – средняя часть мембранного аппарата; 2 – торцевые фланцы аппарата; 3 – металлические фланцы; 4 – штуцер вывода ретентата; 5 – штуцер ввода исходного раствора; 6 – штуцеры вывода пермеата; 7, 8, 9 – шпильки; 10, 17 – мембраны; 11 – ватман; 12, 18 – пористая подложка; 13, 19 – электрод; 14 – прокладка; 15, 20 – подвод тока; 16 – металлический стержень

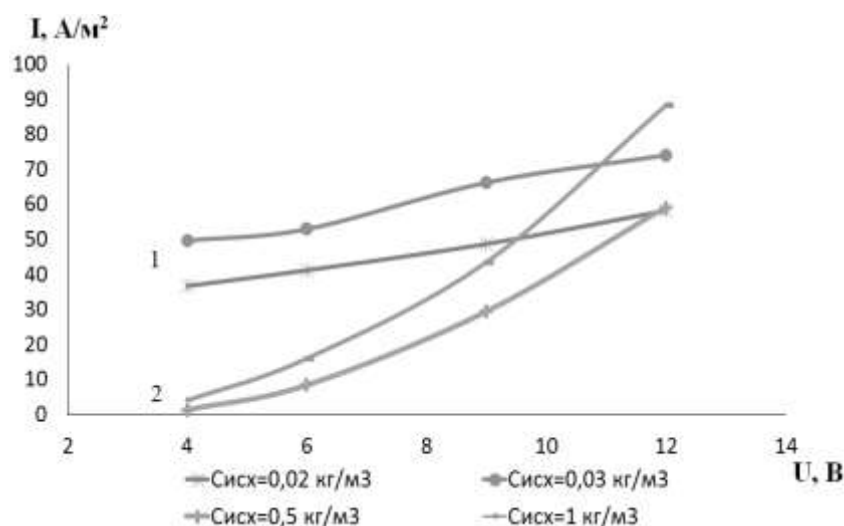


Рис. 3. Зависимость плотности тока от напряжения для мембраны МГА-95П при разделении растворов меди (1) и тринатрийфосфата (2)

шпильками (7) при помощи металлических фланцев (3) и шайб (9). Размеры рабочих камер электромембранного аппарата в опытном виде составляют $0,06 \times 0,13 \times (0,0003 \div 0,002)$ м. Исследуемая площадь полупроницаемых мембран в каждой камере составляла $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Для снятия вольтамперных характеристик на электроды разделительной ячейки подавалось постоянное напряжение, которое ступенчато варьировали и регистрировали силу тока в цепи. По полученным данным строили графики зависимостей плотности тока от напряжения для растворов, содержащих ионы меди и тринатрийфосфат различных концентраций. Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 3–5.

Все вольт-амперные характеристики мембран, применяемых для очистки промышленных растворов, имеют большое значение, т. к. строение мембраны и полимерной матрицы обуславливают ее физико-химические характеристики, и в данном случае приведенные характеристики на рис. 3–5 имеют близкую к линейной зависимость плотности тока от напряжения [4]. Значения плотности тока не имеют критических точек, поскольку на экспериментальных кривых отсутствуют точки перегиба кривых зависимостей. С ростом концентрации растворенных веществ во всех исследуемых растворах плотность тока также увеличивалась. Это связано с величинами исследуемого мембранного напряжения, которое зависит от сопротивления мембраны, включающее омическое сопротивление пространства между измерительными электродами, сопротивление межфазных границ мембрана–раствор.

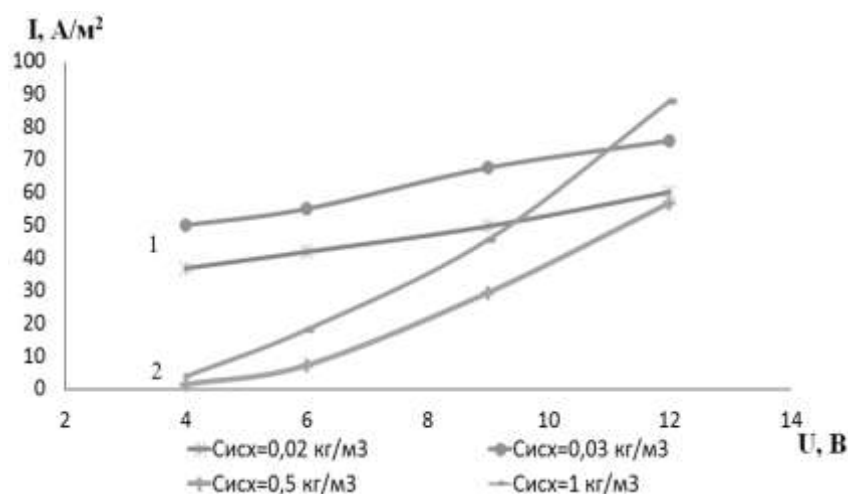


Рис. 4. Зависимость плотности тока от напряжения для мембраны ОПМ-К при разделении растворов меди (1) и тринатрийфосфата (2)

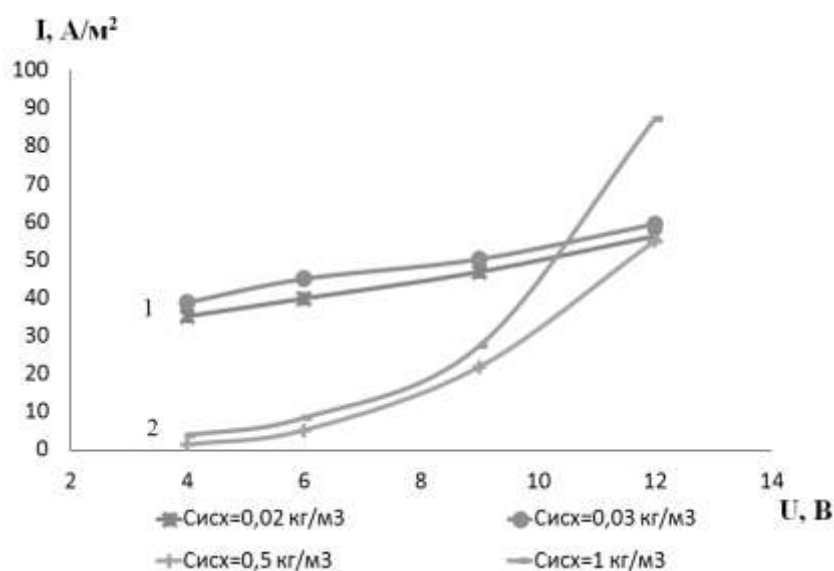


Рис. 5. Зависимость плотности тока от напряжения для мембраны ОПМН-П при разделении растворов меди (1) и тринатрийфосфата (2)

В заключение следует отметить, что анализ вольт-амперных характеристик, полученных в приведенных координатах на рис. 3–5, позволяет учитывать сопротивление мембран и ошибки исследований, связанные с их регенерацией и заменой мембран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев С.И., Горбачев А.С., Кормильцин Г.С., Абоносимов О.А. Кинетика электробаромембранного разделения водных сульфатсодержащих растворов // Конденсированные среды и межфазные границы. 2008. Т. 10. № 1. С. 29-34.
2. Горбачев А.С., Лазарев К.С., Ковалев С.В., Лазарев С.И. Влияние плотности тока на коэффициент водопроницаемости мембран МГА-90П и ESPA в растворах сульфанилата натрия // Конденсированные среды и межфазные границы. 2012. Т. 14. № 1. С. 25-28.
3. Абоносимов О.А., Лазарев С.И., Ворожейкин Ю.А., Абоносимов Д.О. Исследование гидродинамической проницаемости мембран в растворах гальваностокков // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2011. Т. 16. Вып. 1. С. 244-246.
4. Горбачев А.С., Лазарев К.С., Ковалев С.В., Лазарев С.И. Влияние плотности тока на коэффициент водопроницаемости мембран МГА-90П и ESPA в растворах сульфанилата натрия // Конденсированные среды и межфазные границы. 2012. Т. 14. № 1. С. 25-28.

Поступила в редакцию 3 апреля 2017 г.

Лазарев Сергей Иванович, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой прикладной геометрии и компьютерной графики, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Абоносимов Дмитрий Олегович, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, аспирант, кафедра прикладной геометрии и компьютерной графики, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Хорохорина Ирина Владимировна, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, кандидат технических наук, младший научный сотрудник, кафедра прикладной геометрии и компьютерной графики, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Арзамасцев Александр Анатольевич, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математического моделирования и информационных технологий, e-mail: arz_sci@mail.ru

Кузнецов Михаил Александрович, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной геометрии и компьютерной графики, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

UDC 66.08

DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-454-458

THE STUDY OF E-I CHARACTERISTICS OF SEMIPERMEABLE MEMBRANE MGA-95P, OPM-K AND OPMN-P

© S.I. Lazarev¹⁾, D.O. Abonosimov¹⁾, I.V. Khorokhorina¹⁾,
A.A. Arzamastsev²⁾, M.A. Kuznetsov¹⁾

¹⁾ Tambov State Technical University

106 Sovetskaya St., Tambov, Russian Federation, 392000

E-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

²⁾ Tambov State University named after G.R. Derzhavin

33 Internatsionalnaya St., Tambov, Russian Federation, 392000

E-mail: arz_sci@mail.ru

The researches on study of E-I characteristics of semipermeable membrane MGA-95P, OPM-K and OPMN-P in process medium of copperplating process are fulfilled. Experimental researches are carried out at installation with separation module. Module is two-chamber interface membrane apparatus of plate-and-frame type. In accordance with the received data the dependency diagrams of charge density from stress for solutions with copper ions and trisodium phosphate of different density were made. We see from the experimental data that all E-I correlations have dependence close to linear of charge density from stress. The implication of charge density do not have critical points, as in characteristic curve there are no inflection points. With the growth of concentration of dissolved solids in all the studied solutions charge density was also increasing.

Key words: membrane aggregate; methods; computation; working area

REFERENCES

1. Lazarev S.I., Gorbachev A.S., Kormiltin G.S., Abonosimov O.A. Kinetika elektrobaromembrannogo razdeleniya vodnykh sulfatsoderzhashchikh rastvorov [Kinetic electrobaromembranes divisions water sulfate solutions]. *Kondensirovannye sredy i mezhfaznye granitsy – Condensed Matter and Interphases*, 2008, vol. 10, no. 1, pp. 29-34. (In Russian).
2. Gorbachev A.S., Lazarev K.S., Kovalev S.V., Lazarev S.I. Vliyanie plotnosti toka na koeffitsient vodopronitsaemosti membran MGA-90P i ESPA v rastvorakh sul'fanilata natriya [Influence of density of the current on coefficient water penetrations of membranes MGA-90P and ESPA in solutions sulfanilat of sodium]. *Kondensirovannye sredy i mezhfaznye granitsy – Condensed Matter and Interphases*, 2012, vol. 14, no. 1, pp. 25-28. (In Russian).
3. Abonosimov O.A., Lazarev S.I., Vorozheykin Yu.A., Abonosimov D.O. Issledovanie gidrodinamicheskoy pronitsaemosti membran v rastvorakh gal'vanostokov [Research of hydro-dynamic penetration of membranes in solutions of electroplatings wastes]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2011, vol. 16, no. 1, pp. 244-246. (In Russian).
4. Gorbachev A.S., Lazarev K.S., Kovalev S.V., Lazarev S.I. Vliyanie plotnosti toka na koeffitsient vodopronitsaemosti membran MGA-90P i ESPA v rastvorakh sul'fanilata natriya [Influence of density of the current on coefficient water penetrations of membranes MGA-90P and ESPA in solutions sulfanilat of sodium]. *Kondensirovannye sredy i mezhfaznye granitsy – Condensed Matter and Interphases*, 2012, vol. 14, no. 1, pp. 25-28. (In Russian).

Received 3 April 2017

Lazarev Sergey Ivanovich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Doctor of Technics, Professor, Head of Applied Geometry and Computer Graphics Department, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Abonosimov Dmitry Olegovich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Post-graduate Student, Applied Geometry and Computer Graphics Department, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Khorokhorina Irina Vladimirovna, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Candidate of Technics, Junior Research Worker, Applied Geometry and Computer Graphics Department, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Arzamastsev Aleksander Anatolevich, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Doctor of Technics, Professor, Head of Mathematical Modeling and Information Technologies Department, e-mail: arz_sci@mail.ru

Kuznetsov Mikhail Aleksandrovich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Doctor of Technics, Associate Professor, Professor of Applied Geometry and Computer Graphics Department, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Информация для цитирования:

Лазарев С.И., Абоносимов Д.О., Хорохорина И.В., Арзамасцев А.А., Кузнецов М.А. Исследования вольт-амперных характеристик полупроницаемых мембран МГА-95Р, ОПМ-К и ОПМН-П // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2017. Т. 22. Вып. 2. С. 454-458. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-454-458

Lazarev S.I., Abonosimov D.O., Khorokhorina I.V., Arzamastsev A.A., Kuznetsov M.A. Issledovaniya vol't-ampernykh kharakteristik polupronitsaemykh membran MGA-95P, OPM-K i OPMN-P [The study of E-I characteristics of semipermeable membrane MGA-95P, OPM-K and OPMN-P]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2017, vol. 22, no. 2, pp. 454-458. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-454-458 (In Russian).