



არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბუნების გავლენის კვლევა ფაზური ინვერსიით მიღებული მემბრანების მახასიათებლებზე

¹ ნანა გოგესაშვილი, ² გიორგი ბიბილეიშვილი, ³ ლიანა ებანოძე, ⁴ ელენე კაკაბაძე, ⁵ ზაზა ჯავაშვილი, ⁶ თინათინ ბუთხუზი

¹ ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი - e-mail: nanagogesashvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5140-5815>

² ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, - e-mail: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

რეზიუმე

ნაშრომში 15%-იანი პოლიამიდის (პა) პოლიმერული კომპოზიცია რომელიც მიღებული იყო ლითიუმის ქლორიდიან დიმეთილაცეტამიდეში(დმაც) (პა/დმაც/LiCl) გამოყენებული იყო ახალი ფილტრაციული მემბრანების შესაქმნელად. გამოკვლეული იყო არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბუნების როლი მემბრანების გამოლევისას ფაზური ინვერსიის მეთოდით 20°C და 50 °C ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ როგორც არაგამხსნელის შედგენილობა ასევე ტემპერატურა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მიღებული მემბრანების მახასიათებლებზე. N1- N8 მემბრანების ფორის ზომები განსაზღვრულია ბუმბულაკების წერტილის მეთოდით. ხოლო მემბრანების მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). მიღებული მემბრანებიდან უკეთესი წარმადობა და ზედაპირული ტოპოგრაფია აღმოაჩნდა 50 °C – ზე შემჟავებულ წყალში გამოლევილ მემბრანას.

საკვანძო სიტყვები: მემბრანა, კოაგულაციის აბაზანა, ფაზური ინვერსია, არაგამხსნელი, პროდუქტიულობა.

შესავალი მემბრანულ ტექნოლოგიაში ფართო გამოყენება მოიპოვა მიკრო-და ულტრაფილტრაციული მემბრანების მიღებამ ფაზური ინვერსიის მეთოდით. ფაზური დაყოფის მეთოდები და მექანიზმები, რომელიც ინდუცირებულია არაგამხსნელით ორმოცდაათი წელია რაც შეისწავლება. ფაზურ-ინვერსიული მემბრანები გამოიყენება ქიმიური მრეწველობის მრავალ დარგში, ბიოტექნოლოგიაში და ეკოლოგიაში. ამ მეთოდით მიღებული წყლის საფილტრაციო პოლიმერული მემბრანების თვისებები, ძირითადად განისაზღვრება მათი სტრუქტურით, რომელიც ყალიბდება უშუალოდ მემბრანების წარმოქმნის პროცესში. ფაზური ინვერსია არის განშრეგების პროცესი, რომლის დროსაც

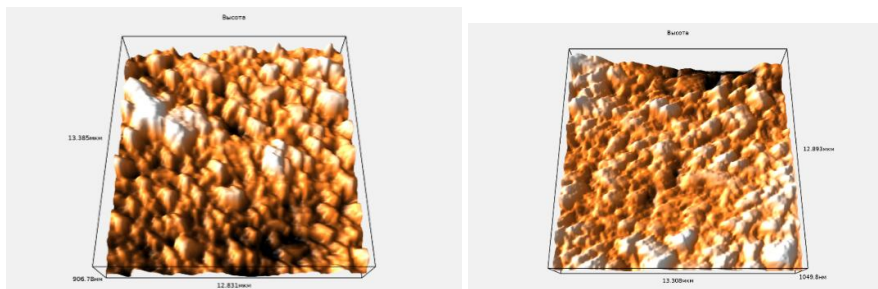
საწყისი პოლიმერული კომპოზიციის ჰომოგენური ხსნარი თხევადი მდგომარეობიდან გადადის მყარ მდგომარეობაში. ინვერსიის პროცესის წარმართვა და ამ პროცესის რეჟიმული პარამეტრების დადგენა მემბრანების შექმნის მნიშვნელოვანი ეტაპია [1]. აღიშნული პროცესის დროს ერთდროულად წარმოებს აორთქლებაც და დიფუზიაც. ფაზური დაყოფის და მასაგადატანის პროცესების შერწყმა გავლენას ახდენს მემბრანის სტრუქტურაზე, საკოაგულაციო აბაზანაში მთლიანად ხდება გამხსნელის და ფორწარმომქმნელი დანამატის გამოდგენა და არაგამხსნელით გაჯირჯვებული მემბრანის წარმოქმნა. ინვერსიის პროცესი მოიცავს როგორც თერმოდინამიკურ, ასევე კინეტიკურ ასპექტებს. პროცესის მიმდინარეობაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბუნება, რომელიც თავის მხრივ განაპირობებს მიღებული მემბრანების სტრუქტურის, მორფოლოგიის და ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ცვლილებას. ფაზური ინვერსიის პროცესში გამხსნელის და არაგამხსნელის ურთიერთგაცვლის სიჩქარე მნიშვნელოვანი პარამეტრია რომელიც შესაძლებელია შეიცვალოს არაგამხსნელის შედგენილობის და ტემპერატურის ცვლილებით. იმ შემთხვევაში, როცა გამხსნელისა და არაგამხსნელის მსგავსება მაღალია, განშრეგების პროცესი მიდის ძალიან სწრაფად და მიიღება მაკროსიცარიელების მქონე მემბრანები[2,3].

ანალიზი ფაზური ინვერსიის პროცესზე არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბალანსის გავლენის კვლევისათვის ჩატარებული იყო ექსპერიმენტები, რომლებიც საშუალებას იძლევა მემბრანის ზედაპირის ჰიდროფილური და ჰიდროფობური ბალანსის ცვლილებით, ასევე მემბრანების ზედაპირის მუხტის გაზრდით როგორც მონო- ასევე მრავალმუხტიანი იონებით გაუმჯობესდეს მემბრანული ნიმუშების ფილტრაციული თვისებები. ამ მიზნით მომზადებული იყო 15%-იანი პოლიამიდის(პა) პოლიმერული კომპოზიცია ლითიუმის ქლორიდიან დიმეთილაცეტამიდში(დმაც) პა/დმაც/LiCl. 100მლ-იან კოლბაში 55°C -ზე გაცხელებით, 24სთ მაგნიტური სარევალათი მუდმივი მორევის პირობებში. გამოლეკვა ჩატარებული იყო როგორც სუფთა წყალში, ასევე ცალკე კალიუმის ტუტის, კალიუმის კარბონატის და ძმარმჟავის შემცველ საკოაგულაციო აბაზანაში არაგამხსნელის განსხვავებული pH პირობებში. . ფაზური ინვერსიის პროცესი ჩატარებული იყო 20°C და 50 °C -ზე. მიღებული იყო N1- N8 მემბრანული ნიმუშები, რომელთა ფორის ზომა განისაზღვრა ბუმტულაკების წერტილის მეთოდით. ნიმუშების მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). ცხრილში 1 მოცემულია პა/დმაც/LiCl. კომპოზიციის განსხვავებული შეგენილობის არაგამხსნელში გამოლეკილი მემბრანების მახასიათებლები.

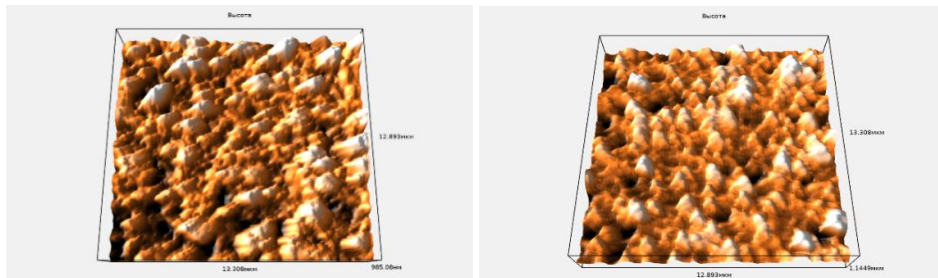
ცხრილი 1. პა/დმაც/LiCl პოლიმერული კომპოზიციის განსხვავებული შეგენილობის არაგამხსნელში გამოლექილი მემბრანების მახასიათებლები.

არაგამხსნელის შედგენილობა	$t, ^\circ\text{C}$	მემბრანა	ფორის ზომა, მკმ	ხვ.წარმადობა, ლ/მ ² სთ
წყალი	20	N1	1,1	789
წყალი +KOH	20	N2	1,3	801
წყალი +K ₂ CO ₃	20	N3	1,41	845
წყალი +CH ₃ COOH	20	N4	1,66	974
წყალი	50	N5	0,9	980
წყალი + KOH	50	N6	1,2	901
წყალი +K ₂ CO ₃	50	N7	1,5	991
წყალი +CH ₃ COOH	50	N8	1,6	1123

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ 20°C ტემპერატურაზე გამოლექილი მემბრანების წარმადობა ნაკლებია, ვიდრე 50 °C გამოლექილი მემბრანების, რაც იმას ნიშნავს, რომ აღნიშნული კომპოზიციის გამოსალექად მიზანშეწონილია გამოლექვა ჩატარებულ იქნას 50 °C – ზე. ამ ტემპერატურაზე K₂CO₃-იან წყალში და სუფთა წყალში გამოლექილი მემბრანების წარმადობა ახლოსაა ერთმანეთთან. ტუტე ხსნარში გამოლექილი მემბრანის წარმადობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე სუფთა წყალში გამოლექილი მემბრანის. პა/დმაც/LiCl ხსნარიდან როგორც 20°C – ზე, ისე 50 °C – ზე გამოლექილი მემბრანებიდან უკეთესი წარმადობა აღმოაჩნდა ძმარმჟავიან წყალში გამოლექილ მემბრანას. სურათზე 1,2,3,4 მოცემულია 50 °C – ზე გამოლექილი მასკანირებული ზონდური მიკროსკოპით შესწავლილი მემბრანების მიკროსურათები.



სურათი 1. მემბრანა N 5 სურათი 2. მემბრანა N6



სურათი 3. მემბრანა N 7 სურათი 4. მემბრანა N8

შედეგი და დასკვნა შემჟავებულ წყალში გამოლეკილი N8 მემბრანა გამოირჩევა უფრო მაღალი სტრუქტურული ერთგვაროვნებით, ვიდრე ტუტე N6 და ნეიტრალური pH-ის პირობებში N 7 გამოლეკილი მემბრანები. ზედაპირული ტოპოგრაფიის ცვლილება ვიზუალურადაც მკაფიოა. აღნიშნული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საკოაგულაციო აბაზანის pH-ის და ტემპერატურის კორექტირება წარმოადგენს მემბრანის მახასიათებლების გაუმჯობესების პერსპექტიულ მიდგომას.

დადგენლია, რომ ფორის ზომები ასევე წარმადობა იზრდება საკოაგულაციო ხსნარის pH -ის შემცირების და გამოლეკვის პროცესის 50 °C ტემპერატურაზე ჩატარების შემთხვევაში.

ლიტერატურა

1. Aqnieszka K.Holda, ivo F.J.Vankelecom, Understanding and quigind the phase inversion process for synthesis of solvent resistant nanofiltration membranes, J. Appl. Polym. Sci. 2015, 132.
2. Rosario Cervellere,Xianghong Qian, David M.Ford,Christina, Carbello,Sal Giglia, Paul C.Millett, Phase-field modeling of non-solvent induced phase separatio (NIPS) for PES/NMP/Water with comparison to experiments ,Journal of MembranE Science v.619, 2021.
3. Liana F. Padilha¹ and Cristiano P. Borges PVC membranes prepared via non-solventinduced phase separation process, Brazilian Journal of Chemical Engineering Vol. 36, No. 01, pp. 497 - 509, 2019.
4. Preparation and Characterization of Membranes Formed by Nonsolvent Induced Phase Separation A Review Gregory R. Guillen, Yinjin Pan, Minghua Li, and Eric M. V. Hoek* r | Ind. Eng Chem. Res, 2011, 50, 3798–3817
5. Song Zhao, Zhi Wang,Jiziao Wang, Shichang Wang, The effectof pHof coagulation bath on tailoring the morphologyand separation performance of polysulfone/polyaniline ultrafiltration membrane , Journal of membrane Science, 469, 316-325
6. Cristin Rina Ratri, Tegar BudiAguta, Annisaa Hayya Arundati, Rohib Rohib, Mochamad Chlid, Sotya Astutiningsh, Adam Febriyanto Nugraha, Effect of Coagulation Bath Composition on Cellulose-Based Polymer Electrolyte Fabrcated via Non-Solvent-Induci Ptas Separation Method,IJtec Vol14, N7, (2023).

Study of the influence of the basic-acidic nature of the non-solvent on the characteristics of membranes obtained by phase inversion

¹Nana Gogesashvili, ¹George Bibileishvili, ³Liana Ebanoidze, ⁴Elene Kakabadze, ⁵Zaza Javashvili, ⁶Tinatin Butkhuzi

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

Abstract

In the paper, a 15% polyamide (PA) polymer composition obtained in lithium chloride dimethylacetamide (DMAc) (PA/DMAc/LiCl) was used to create new filtration membranes. The role of the basic-acidic nature of the non-solvent in the deposition of membranes by the phase inversion method at 20°C and 60°C was investigated. It is established that both the composition of the non-solvent and the temperature have a significant effect on the characteristics of the obtained membranes. Pore sizes of N1-N8 membranes are determined by bubble point method. And the morphology and structure of the membranes were studied with a scanning probe microscope (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). Among the obtained membranes, the better productivity and surface topography was found for the membrane precipitated in acidified water at 50 °C.

keywords: membrane, Coagulation Bath, phase inversion, non-solvent, productivity.