

SUVNI TOZALASH UCHUN POLIVINILXLORIDNI POLIKARBONATLI KOMPOZITSION ULTRAFILTRATSIYA MEMBRANASI

Lutfullayev Sadulla Shukurovich

Qarshi davlat texnika universiteti professori, email: (SL_1960@mail.ru)

Sayfullayev Temurbek Xayrulla o‘gli

Qarshi davlat texnika universiteti doktoranti, email: (temurbeksayfullayev@gmail.com)

Nazarov Hasan Nurali o‘g‘li

www.zzzhasanchik@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda NIPS usullari yordamida polivinilxloridni PVX/polikarbonat PC aralashmasi membranalarini tayyorlandi va Bovine Serum Albumin (BSA) eritmasining filtratsiyasi o‘tgazilgan. Membrananing g‘ovak o‘lchamlari taqsimoti kichikroq teshiklar tomon siljidi, chunki membranalarida g‘ovakning miqdori 50% gacha ko‘tarildi va keyin kattaroq teshiklar tomon siljidi. Bundan tashqari, qorishma membranalarining gidrofilligi, valentlik kuchi va ishqalanishga chidamliligi yaxshilandi. Sof suv oqimi va BSA ni rad etish, chunki membranalarining ishlash mezonlari PC mavjudligi tufayli yaxshilandi. Membranalarining antifouling xususiyatlari PC tarkibining ortishi bilan ortishi aniqlandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, PVX/PC aralashmasi membranalarini toza PVX membranaga nisbatan yuqori samarali va ifloslanishga chidamli membranalaridir.

Kalit so‘zlar: polivinilxloridni(PVX), polikarbonat(PC), g‘ovak, gidrofil va antifoul membrana.

1. KIRISH

Hozirgi vaqtda mikrofiltratsiya, ultrafiltratsiya va teskari osmos kabi membranaviy jarayonlar suvni turli maqsadlarda tozalash uchun keng qo‘llaniladi. Suv va oqava suvlarni tozalash jarayonlarida polimerik membranalarini qo‘llashdagi asosiy cheklov ifloslanish muammosidir [1]. Polimerik membranalarining aksariyati hidrofobik yoki kamroq hidrofilikdir, shuning uchun suvni tozalash jarayonida bu membranalar oqsillar va boshqa tabiiy organik moddalar (NOM) bilan ifloslanadi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun ko‘p harakatlar qilingan va gidrofil membranalar ifloslanishga nisbatan kamroq sezgir ekanligi qabul qilingan. Shu sababli, membrananing gidrofilligini oshirish membrananing ifloslanishini kamaytirish uchun mos va samarali usuldir [2].

Polimerik membranalarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan turli polimerlar orasida polivinilxlorid (PVX) o‘zining yaxshi mexanik mustahkamligi, bardoshliligi, kimyoviy barqarorligi, termal xususiyatlari, arzonligi va korroziyaga chidamliligi kabi xususiyatlari tufayli ko‘pchilikning e‘tiborini tortdi [3]. Biroq, suv va oqava suvlarni tozalash jarayonlarida PVX membranadan foydalanish cheklangan, chunki u kuchli hidrofobiklik tufayli osongina ifloslangan. PVX membrananing gidrofilligi va antifouling xususiyatlarini oshirish uchun bir nechta modifikatsiyalash usullari o‘rganildi. Masalan, PVX membrananing yuzasi sirt qoplamasi [4] va sirtini payvandlash [5] usullari yordamida o‘zgartirildi, buning natijasida gidrofil va ifloslanishga chidamli membranalar paydo bo‘ldi. Biroq, sirtini o‘zgartirish usullarida

o'zgartirilgan membranalarining ichki teshiklari deyarli tashvishlanmaydi. Bundan tashqari, sirtini o'zgartirish usullari membranani ishlab chiqarish jarayonida qo'shimcha bosqichni o'z ichiga oladi [6]. Shu sababli, membranalarining asosiy qismini o'zgartirish bu muammoni bartaraf etishning muqobil usuli bo'lib tuyuladi.

Polikarbonat (PC) mukammal mexanik xususiyatlarga va kimyoviy barqarorlikka ega bo'lgan tijorat polimeri bo'lib, turli xil ilovalarda keng qo'llaniladi [7]. PC membranalarini odatda trekni kesish usuli bilan tayyorlanadi, garchi ba'zi PC gazlarini ajratish va mikrofiltratsiya membranalarini ham fazali inversiya usuli bilan ishlab chiqarilgan [8]. PC zanjirlarida uglerod atomi bilan ikki tomonlama bog'langan kislorod atomi mavjudligi sababli, PVX va PC aralashuvi natijasida yaxshilangan antifouling xususiyatiga ega gidrofil membrana paydo bo'ladi. Shu sababli, ushbu tadqiqotning maqsadi PVX / PC aralashmasi membranalarini tayyorlash va tavsiflashdir. Turli xil PVX/ PC nisbatlariga ega membranalar NIPS usuli bo'yicha tayyorlangan va FESEM, DSC, XRD, aloqa burchagi, mexanik tortishish, barqarorlik sinovi, aşınma testi va toza suv oqimi yordamida xarakteristikaga ega. Bundan tashqari, membranalarining ishlashi va antifouling xususiyatlari BSA protein eritmasini filtrlash orqali baholandi [8].

2. Tadqiqot usuli

2.1. Materiallar

PVX neft-kimyo kompaniyasi tomonidan yetkazib berildi. PC (MW=190000) neft-kimyo kompaniyasi tomonidan yetkazib berildi. Molekulyar og'irligidagi polietilen glikol (PEG) va 1-metil 2-pirrolidon (NMP) Merck'dan sotib olindi va mos ravishda g'ovak hosil qiluvchi va polimer erituvchi sifatida ishlatilgan. Sigma-Aldrichdan sigir zardobi albumini (BSA), natriy gidroksid (reagent darajasi) va kremniy karbid zarralari (42-47 mkm) sotib olindi.

2.2. Membranani tayyorlash

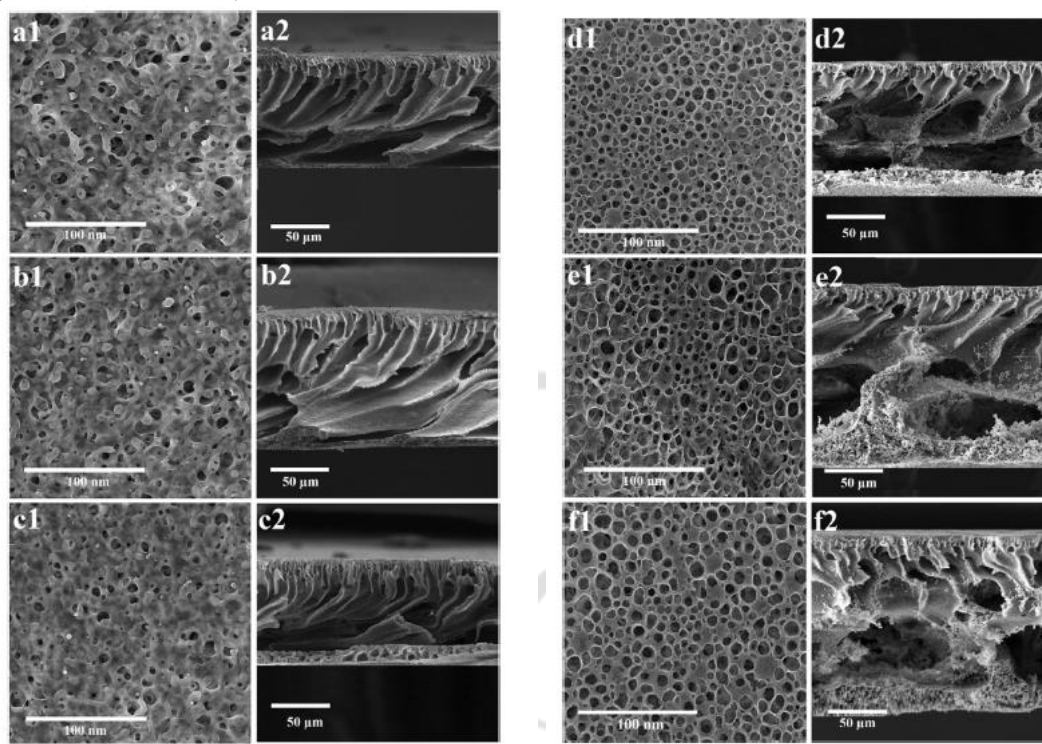
PVX/PC aralashmasi membranalarini hal qiluvchi bo'lmagan induktsiyali fazalarni ajratish (NIPS) usuli bilan tayyorlangan. Muayyan membrana uchun dop eritmasi bir hil eritma olinmaguncha kamida 24 soat davomida doimiy aralashtirish ostida 35 °C da NMPda ma'lum miqdordagi PEG, PVX va PC ni eritish orqali tayyorlangan. Keyin bir hil eritmani bir kechada gazsizlantirishga ruxsat berildi. Keyin eritma avtomatik quyma pichog'i (CoaTest, Tayvan) yordamida shisha plastinka ustiga tashlandi. Plastinka va plyonka darhol distillangan suvga solvent sifatida botirildi va hosil bo'lgan membranalar plastinkadan erkin ajratilmaguncha fazalarni ajratishni qo'zg'atdi. NMP almashinuvini yakunlash uchun suv hammomi kamida uch marta yangilandi. Nihoyat, membrana quritilgan va 5 °C da saqlanadi. Ushbu tadqiqotda oltita membrana tayyorlandi va barcha quyma eritmalarida polimer og'irligi% 17% ga o'rnatildi. Polimerdagi shaxsiy PCning og'irligi 0 (toza PVX), 20%, 40%, 50%, 60% va 70% edi.

3. Natijalar va muhokama

3.1. Morfologiya

Tayyorlangan membranalarining morfologiyasi dala emissiyasini skanerlash mikroskopi (FESEM; MIRA3 FEG-SEM, Tescan) yordamida ko'rsatildi. Membranalar namunalari suyuq azotda sindirilgan va kuzatishdan oldin purkash orqali oltin bilan qoplangan. Digimizer Image Analysis dasturidan foydalangan holda membranalarining sirt FESEM tasvirlarini tahlil qilish

yo'li bilan gözenek hajmining taqsimlanishi va gözenek zichligi (birlik maydoniga to'g'ri keladigan teshiklar soni) baholandi.



1-rasm. Tayyorlangan membranalarining sirt (chap) va kesma (o'ng) FESEM. (a) toza PVX, (b) 20% PC, (c) 40% PC, (d) 50% PC, (e) 60% PC va (f) 70% PC aralashmasi membranalar.

Tayyorlangan membranalarining sirt va ko'ndalang kesimining FESEM tasvirlari 1-rasmda keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, barcha membranalar uchta qatlamdan iborat: terisi zich bo'lgan yuqori qatlam, katta makrovoidli o'rta qatlam va barmoqsimon va/yoki shimgichga o'xshash tuzilishga ega pastki qatlam. Pastki qatlamning qalinligi dop eritmasida shaxsiy PC miqdori ortib, uning tuzilishi barmoqdan shimgichga o'zgarganligi sababli ko'paygan ko'rinadi. Quyma eritmasida ShK miqdori ortib borishi bilan eritmaning yopishqoqligi ortadi, chunki bu tadqiqotda PC ning molekulyar og'irligi PVXnikidan yuqori (mos ravishda 190000 va 90000). Natijada, yuqori yopishqoqlik kechiktirilgan demiksatsiya va fazalarni ajratishga olib keladi, bu shimgichga o'xshash va zichroq tuzilishga olib keladi.

1-jadval

Tasvir analizatori dasturiy ta'minoti va tayyorlangan membranalarining aloqa burchagi bilan hisoblangan sirt g'ovaklarining o'rtacha radiusi.

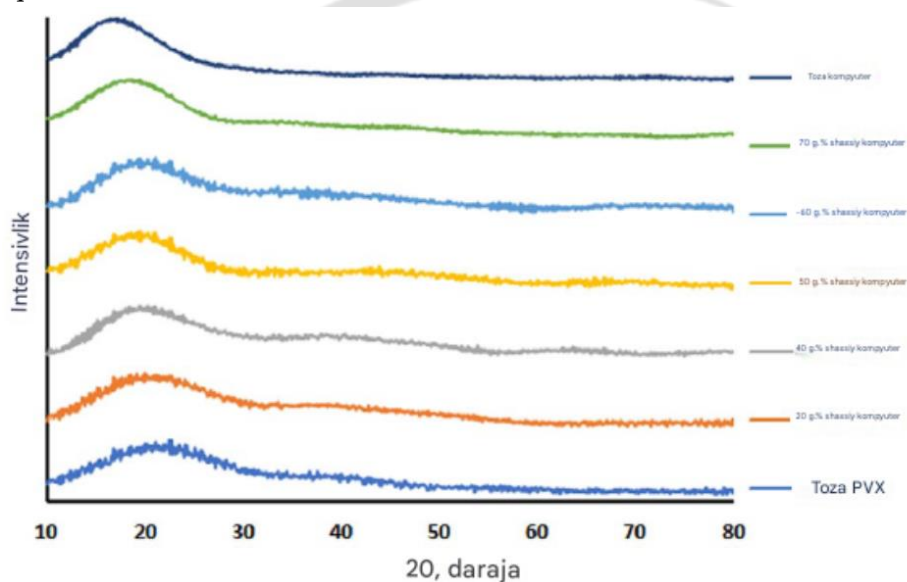
Membrananing	O'rtacha radiusi (nm)	Burchagi (deg.)
toza PVC	3.56 ± 0.4	88.6
20 % PC	3.44 ± 0.4	88.2
40 % PC	3.27 ± 0.3	81.6
50 % PC	2.85 ± 0.1	77.2
60 % PC	4.02 ± 0.3	73.4
70 % PC	4.22 ± 0.1	66.4

5-Oktyabr, 2026-yil

Bundan tashqari, toza PVX sirt morfologiyasi, 20% va 40% PC membranlari bir xil bo'lsa ham, PC tarkibining ortishi bilan sirt g'ovaklari soni ortdi. Shu bilan 1-jadvalda tasvirlangan tasvir analizatori dasturiy ta'minoti natijalari shuni ko'rsatdiki, sirt g'ovaklarining o'rtacha hajmi PC tarkibining 50% gacha ko'tarilishi bilan bir oz qisqardi va keyin ortdi. Boshqa tomondan, tasvir analizatori dasturiy ta'minotidan olingan statistik natijalar sirt g'ovaklarining soni ekanligini ko'rsatdi.

3.2. XRD

Tayyorlangan membranalarining rentgen nurlanishini o'rganish monoxromatik Cu-Ka nurlanishi ($\lambda=0,154$ nm) bilan jihozlangan difraktometr (D8 Advance, Bruker) yordamida o'tkazildi. Barcha namunalar 10° dan 80° gacha bo'lgan 2θ bilan uzluksiz skanerlash rejimida tahlil qilindi.

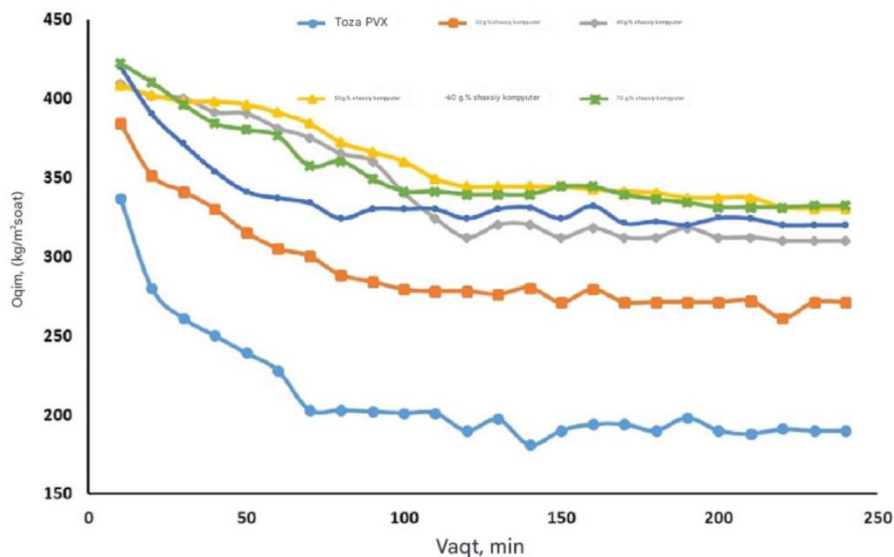


2-rasm. Tayyorlangan membranalarining XRD diffraktsiya naqshlari.

PVX va PC mosligi XRD tahlili bilan ham tasdiqlandi. 5-rasmda ko'rsatilganidek. Toza PVX membrananing XRD diffraksiya naqshida 2θ oralig'ida taxminan $10-30^\circ$ gacha bo'lgan keng cho'qqi bor, bu PVXning amorf tabiatini ko'rsatadi [31]. Bundan tashqari, 38° dan 20° da kuzatilgan kichik cho'qqi PVX ning yarim kristalliligini ifodalaydi [32]. Boshqa tomondan, toza PC membranasi XRD naqshida 2θ diapazonida taxminan $13-24^\circ$ gacha bo'lgan keng cho'qqi kuzatildi, bu PCning ham amorf ekanligini ko'rsatadi. Ko'rinib turibdiki, barcha aralash membranalar deyarli bir xil XRD diffraktsiya naqshlariga ega va membranalarda ShK ning miqdori ortishi bilan tepalikning kengligi biroz pasayib, maksimal 20° dan kichikroq tomonga siljigan. Bu natijalar PVX va PC mosligini tasdiqlaydi.

3.3. Antifouling xususiyatlari

Pastdagi 8-rasmda 1,0 g/l BSA eritmasini filtrlash vaqtida tayyorlangan membranalar uchun oqim vaqti egri chiziqlari ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, toza PVX membrananing oqimi membranalar orasida eng kam bo'lgan va uning qiymati $337 \text{ kg} / \text{m}^2$ dan taxminan $190 \text{ kg} / \text{m}^2$ ga (taxminan 44%) kamaydi.



3-rasm. 1,0 g/l BSA eritmasini 4 soat filtrlashda tayyorlangan membranalarining o'tkazuvchanlik oqimining o'zgarishi.

Aralash membranalar uchun oqimning pasayishi keyingi membranalar uchun mos ravishda taxminan 30%, 24%, 19%, 24% va 21% ni tashkil etdi, bu PVX/PC aralashmasi membranalarining ifloslanish qarshiligi toza PVX membranadan yuqori ekanligini va 50% ShK membranasi oqimning eng kam pasayishiga ega ekanligini ko'rsatadi. Qabul qilinganki, membranalarining antifouling xususiyatlari ortib borayotgan gidrofillik bilan ortadi va ilgari ko'rsatilgandek, membranalarining aloqa burchagi PC zanjirlarida karbonat guruhi mavjudligi sababli dop eritmasiga PC qo'shilishi bilan kamayadi. Ushbu natijaning yana bir sababi membranalarining sirt gözenek hajmi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ko'rsatilgandek, sirdagi kattaroq g'ovak o'lchamlari bo'lgan membranalar osongina ifloslanadi va ilgari ko'rsatilgandek, membranalarining g'ovak o'lchamlari taqsimoti PC tarkibi ortishi bilan kichikroq teshiklar tomon siljiydi.

4. Xulosa

Turli xil tarkibga ega bo'lgan PVX/PC aralashmasi membranalar tayyorlangan va tahlillar to'plami bilan tavsiflangan. PVX va shaxsiy PC o'rtasidagi muvofiqlik FESEM va XRD tahlillari bilan tasdiqlangan, chunki bu Hansenning eruvchanlik nazariyasi tomonidan bashorat qilinishi mumkin. Natijalar shuni ko'rsatdiki, qorishma membranalarining g'ovak o'lchami taqsimoti membranalaridagi PC miqdori ortishi bilan kichik govakka o'tadi. Bu yuqori toza suv oqimiga va aralash membranalar uchun yuqori BSA rad etilishiga olib keldi. Bundan tashqari, membranalarining gidrofilligi shaxsiy PC zanjirlaridagi karbonat guruhiga tegishli bo'lgan shaxsiy tarkibning ortishi bilan ortdi. Aralash membranalar, shuningdek, aşınma sinovidan oldin va keyin yuqori kuchlanish kuchiga ega edi. Aralash membranalarining antifouling xususiyatlari toza PVX membranaga qaraganda yaxshiroq ekanligi ko'rsatildi, bu gidrofilligi va gözenek hajmining taqsimlanishi bilan bog'liq. Xulosa qilib aytganda, PVXni shaxsiy PC bilan aralashtirish natijasida yaxshilangan antifouling xususiyatlariga ega yuqori samarali membranalar paydo bo'ldi.

ADABIYOTLAR :

1. J.H. Jhaveri, Z.V.P. Murthy, A comprehensive review on anti-fouling nanocomposite membranes for pressure driven membrane separation processes, *Desalination* 379 (2016) 137-154.
2. Y. Jafarzadeh, R. Yegani, M. Sedaghat, Preparation, characterization and fouling analysis of ZnO/polyethylene hybrid membranes for collagen separation, *Chem. Most. Res. Dec.* 94 (2015) 417-427.
3. N. Hilal, O.O. Ogunbiyi, N.J. Miles, R. Nigmatullin, Methods employed for control of fouling in MF and UF membranes: a comprehensive review, *Sep. Sci. Technol.* 40 (2005) 1957-2005.
4. C. Qiu, F. Xu, Q.T. Nguyen, Z. Ping, Nanofiltration membrane prepared from cardo polyetherketone ultrafiltration membrane by UV-induced grafting method, *J. Membr. Sci.* 255 (2005) 107-115.
5. H.-Y. Yu, M.-X. Hu, Z.-K. Xu, J.-L. Wang, S.-Y. Wang, Surface modification of polypropylene microporous membranes to improve their antifouling property in MBR: NH₃ plasma treatment, *Sep. Purif. Technol.* 45 (2005) 8-15.
6. M.L. Steen, A.C. Jordan, E.R. Fisher, Hydrophilic modification of polymeric membranes by low temperature H₂O plasma treatment, *J. Membr. Sci.* 204 (2002) 341-357.
7. C.Y. Lai, A. Groth, S. Gray, M. Duke, Preparation and characterization of poly(vinylidene fluoride)/nanoclay nanocomposite flat sheet membranes for abrasion resistance, *Water Res.* 57 (2014) 56-66.
8. S. Balta, A. Sotto, P. Luis, L. Benea, B. Van der Bruggen, J. Kim, A new outlook on membrane enhancement with nanoparticles: the alternative of ZnO, *J. Membr. Sci.* 389 (2012) 155-161.