

POLIAKRILONITRIL VA POLIETILENPOLIAMIN ASOSIDA ANIONIT OLIISH

Shaxidova Dilbar Nematovna
Dosent, PhD. Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti,
E-mail: d_shaxidova@mail.ru
Tel: +998946958260

Gafurova Dिल्фуза Anvarovna
K.f.d, professor, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti.
E-mail: d.gafurova@nuu.uz
Tel: +998977355053

Orzikulov Bunyod Toshmirzayevich
Katta o'qituvchi, PhD. Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti
E-mail: bunyod250388@gmail.com
Tel: +998946611818

Mirzakulov Umidjon Jo'rabayevich
Katta o'qituvchi, PhD. Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti.
E-mail: mr.mirzaqulov@bk.ru
Tel: +998971569949

Haydarova Saodat Rajabboy qizi
tadqiqotchi, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti.
E-mail: khaydarova.s25@gmail.com
Tel: +998903253963

Tolipova Dilrabo Farxod qizi
tadqiqotchi, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti.
E-mail: qilambaxtim1303@gmail.com
Tel: +998931643635

Annotatsiya

Maqolada poliakrilonitril tolasini politetilenpoliamin bilan modifikatsiya qilish orqali PPA-1 anioniti sintez qilish usuli keltirilgan. Shuningdek sintez qilish jarayoniga turli xil fizik-kimyoviy parametrlarning ta'siri o'rganilgan va Cr(VI) ionlarini samarali sorbsiya qilish imkoniyati ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: kimyoviy modifikatsiya, poliakrilonitril, polietilenpoliamin, sorbent, ion almashuv sig'imi, xrom (VI) ionlari.

ПОЛУЧЕНИЕ АНИОНИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА И ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНА

Шахидова Дилбар Нематовна
Доцент, PhD. Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека.
E-mail: d_shaxidova@mail.ru
Тел: +998946958260

Гафурова Дилфуза Анваровна
д-р хим. наук, профессор, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека.
E-mail: d.gafurova@nuu.uz
Тел: +998977355053

Орзикулов Бунёд Тошмирзаевич
ст. преподаватель, PhD. Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека.
E-mail: bunyod250388@gmail.com
Тел: +998946611818

Мирзакулов Умиджон Журабаевич

ст. преподаватель, PhD. Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека.

E-mail: mr.mirzaqulov@bk.ru

Тел: +998971569949

Хайдарова Саодат Ражаббой кизи

науч. сотр. Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека.

E-mail: khaydarova.s25@gmail.com

Тел: +998903253963

Толиаова Дилрабо Фарход кизи

науч. сотр. Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека.

E-mail: qilambaxtim1303@gmail.com

Тел: +998931643635

Аннотация

В статье представлен метод синтеза анионита ППА-1 путем модификации полиакрилонитрильного волокна полиэтиленполиамином. Изучено влияние различных физико-химических параметров на процесс синтеза и показана возможность эффективной сорбции ионов Cr(VI).

Ключевые слова: химическая модификация, полиакрилонитрил, полиэтиленполиамин, сорбент, ионообменная емкость, ионы хрома(VI).

SYNTHESIS OF AN ANION EXCHANGER BASED ON POLYACRYLONITRILE AND POLYETHYLENEPOLYAMINE

Shakhidova Dilbar

Senior Lecturer of the Department National University of Uzbekistan named after Mirzo

Ulugbek.

E-mail: d_shaxidova@mail.ru

Тел: +998946958260

Гафурова Дилфуза Анваровна

doctor of chemical sciences, professor, National University of Uzbekistan named after Mirzo

Ulugbek.

E-mail: a.gafurova@nuu.uz

Тел: +998977355053

Orzikulov Bunyod

Senior Lecturer of the Department National University of Uzbekistan named after Mirzo

Ulugbek.

E-mail: bunyod250388@gmail.com

Тел: +998946611818

Mirzakulov Umid

Senior Lecturer of the Department National University of Uzbekistan named after Mirzo

Ulugbek.

E-mail: mr.mirzaqulov@bk.ru

Тел: +998971569949

Khaydarova Saodat

research associate National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek.

E-mail: khaydarova.s25@gmail.com

Тел: +998903253963

Tolipova Dilrabo

research associate National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek.

E-mail: qilambaxtim1303@gmail.com

Тел: +998931643635

Abstract

The article presents a method for synthesizing the anion exchanger PPA-1 by modifying polyacrylonitrile fiber with polyethylenepolyamine. The influence of various physicochemical parameters on the synthesis process is studied and the possibility of effective sorption of Cr(VI) ions is shown.

Keywords: chemical modification, polyacrylonitrile, polyethylenepolyamine, sorbent, ion-exchange capacity, chromium(VI) ions.

KIRISH

Jahonda sanoat rivojlanayotgan davlatlarda katta sanoat hududlari xrom, qo'rg'oshin, kadmiy, simob, ruh, nikel, kobalt kabi yer usti va yer osti suvlarida saqlanuvchi og'ir metal ionlarining yuqori darajadagi zararlanishiga olib kelmoqda. Vaholanki, ushbu metal ionlarining ayrimlari oz miqdorda bo'lsa ham inson organizmi uchun zararli hisoblanadi. Atrof muhitda ularning katta miqdorda to'planishi esa inson salomatligi uchun havfli bo'lgan muammolarni keltirib chiqaradi [1]. Ushbu og'ir metallar orasida xrom AQSH atrof muhitni himoyalash agentligi tomonidan qayd qilingan dunyodagi eng toksik ifloslantiruvchi og'ir metallar ro'yhatida birinchi o'rinni egallaydi [2].

Respublikamizda so'ngi yillarida ishlab chiqarish sohalariga zamonaviy texnologiyalarni qo'llash borasida keng qamrovli ishlar olib borilmoqda. Sanoat, ishlab chiqarish sohasini yangi davrga olib chiqish bo'yicha ko'plab dasturlar qabul qilinmoqda. Ushbu dasturlarni amalga oshirish maqsadida, mamlakatimizda ionitlarning yangi takomillashtirilgan turlarini yaratish bo'yicha ko'pgina ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Ionit va kompleks hosil qiluvchi funksional polimerlar olish, ularni sintez jarayonlarini tadqiq qilish yuqori molekulyar birikmalar kimyosining dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Ionitlarning sintez jarayonlarini boshqarish orqali kerakli tarkib, shuningdek kompleks xossaga ega bo'lgan ionalmashuvchi polimer materiallar olish imkoniyatlarini yaratadi.

Mamlakatimizda bunday sorbentlarga talab yuqoriligini hisobga olgan holda, mahalliy xom ashyo asosida tolasimon sorbentlar olishning joriy etilishi hukumatimiz tomonidan yangi turdagi kimyo mahsulotlarini ishlab chiqarishni o'zlashtirishni jadallashtirish, shu asosda respublikaning kimyo sanoati korxonalarini yanada barqaror rivojlantirish va import o'rnini bosuvchi mahsulotlarni ishlab chiqarish bo'yicha muammolarni hal qilishning imkoniyatlarini yaratadi.

Bugungi kunda respublikamizda ionalmashuvchi tolasimon sorbentlar olish kinetikasi va mexanizmini tadqiq qilish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish, afzalliklarini yoritish hamda metall ionlari analizi bo'yicha, ekologiya

va gidrometallurgiyadagi texnologik muammolarni yechishga qaratilgan ustivor yo‘nalishlarda ilmiy izlanishlar olib borilmoqda [3].

Hozirgi kunda rivojlanayotgan davlatlarda katta sanoat hududlari xrom, qo‘rg‘oshin, kadmiy, simob, ruh, nikel, kobalt kabilarning yer usti hamda yer osti suvlarida saqlanuvchi og‘ir metal ionlarining yuqori darajadagi muammosiga duch kelishmoqda. Vaholanki, ushbu metal ionlarining ayrimlari oz miqdorda bo‘lsa ham inson ratsioniga tushib qolish zarardir, atrof muhitda ularning katta miqdorda to‘planishi esa inson salomatligi uchun havfli bo‘lgan muammolar bilan bog‘liqdir [4]. Og‘ir metallar bilan bog‘liq bo‘lgan asosiy muammolardan biri – bu ularning biologik parchalanishga uchramasligi hamda bioakkumulyatsiya orqali oziq-ovqat mahsulotlariga tushishidir. Sanoat oqava suvlarida Cr (VI) miqdorining belgilangan chegarasi 0,1 mg/l, ichimlik suvi uchun esa – 0,05 mg/l tashkil etadi [3]. Xrom odatda suvli eritmalarda ikkita oksidlovchi formada mavjuddir, Cr (III) va Cr (VI). Cr (VI) tuproqda va suv sistemalarida o‘ta qo‘zg‘aluvchan, kanserogen, mutagen va Cr (III) ga nisbatan 500 marta zaharlidir, Cr (III) hayvon va o‘simliklar uchun zaruriy mikroelement hisoblanadi. Suvli eritmalarda Cr (VI) turli formalarda pH va eritma konsentratsiyasiga bog‘liq holda uchraydi, masalan, HCrO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, CrO_4^{2-} . Galvanika, metallarga ishlov berish, terini oshlash, pigmentlash kabi sohalar atrof muhitni Cr (VI) ionlari bilan ifloslanishiga olib keluvchi asosiy manbalari hisoblanadi [4].

Kimyoviy cho‘ktirish, ionli almashinuv, erituvchini ajratish, membranali filtrlash, elektrodializ, qaytarilish va adsorbsiya kabi an‘anaviy usullar oqava suvlardan Cr (VI) ionlarini ajratib olish uchun qo‘llaniladi. Adsorbsiya usulidan boshqa usullar bir qancha kamchiliklariga egadir. Kimyoviy cho‘ktirish jarayoni katta miqdordagi reagentlar harajatiga va katta hajmda cho‘kmalarning hosil bo‘lishi bilan bog‘liq [5]. Ionli almashinuv usuli smolani regeneratsiyalash zarurligi va toza xromli kislotani qaytarish kerakligi bilan murakkab sanaladi [6]. Boshqa usullar esa katta miqdordagi ekspluatatsiyani talab qiladi [7]. Ushbu usullar ichida adsorbsion usul istiqbolli bo‘lib, u texnikaviy va iqtisodiy nuqtai nazardan o‘zining oddiyligi bilan ajralib turadi [8].

Oqava suvlardan Cr (VI) ionini ajratib olishga mo‘ljallangan oddiy adsorbsiyalovchi materiallarga faollashtirilgan ko‘mir, metal oksidi, faollashtirilgan glinozem [7], silikagel va biomateriallar kiradi. Oddiy adsorbentlar, masalan faollashtirilgan ko‘mir orqali Cr (VI) ionlarini yo‘qotish bo‘yicha tadqiqotlar narxining balandligi va past samaradorligi tufayli iqtisodiy jihatdan qulay hisoblanmaydi. Hozirgi kunda iqtisodiy samarador, yuqori adsorbsion qobiliyatga ega va suvli eritmada qisqa vaqt ichida Cr (VI) ionlarini ajratib olish qobiliyatiga ega adsorbentlar sintez qilish ishlari olib borilmoqda. [4]

Cr (VI) ionini suvli eritmadan chiqarib tashlash uchun adsorbent sifatida turli eksperimental sharoitlarda uglerodli suspenziyadan foydalanilgan bo'lib, ushbu suspenziya o'z navbatida Hindistonning Gorakhpur viloyatidagi Fertilizer Corporation korxonasida naftani ishlab chiqarishda ammiakli qurilmasi chiqindilardan hosil bo'lgan. Xrom (VI) ni chiqarib tashlash jarayoni pH ning past ko'rsatkichlarida, asosan pH=2-5 oralig'ida amalga oshirildi. Ushbu maqolada yuqoridagi jarayonga konsentratsiya va haroratning ta'siri ham keltirib o'tilgan. Ushbu sistema uchun Lengmyur tenglamasidan turli haroratlarda foydalanildi. Termodinamik parametrlar uglerodli suspenziyadagi Cr (VI) adsorbsiyasining endotermik xususiyatini namoyon qildi. Adsorbsiyalangan xromni takroriy ishlatish uchun uni qaytarish jarayoni ham ushbu maqolada keltirilgan. [9]

Suvli eritmalaridan faollashtirilgan ko'mirda adsorbsiyalash orqali organik birikmalarni sorbsiyalash usuli adsorbsiya to'g'risidagi mulohazalar nashr qilinishidan avval amaliyotda qo'llanila boshlangan. Adsorbsiya usuli orqali zaharli og'ir metallarni yo'q qilish bir necha yil avval amaliyotga kirib keldi. Oqava suvlarni tozalashda uglerodli suspenziyadan foydalanish uning yuqori adsorbsion qobiliyati tufayli iqtisodiy jihatdan ancha foyda keltiradi. Ushbu usul, shuningdek nafta asosidagi va boshqa sohalaridagi qazilmalardan hosil bo'luvchi chiqindilarni utilizatsiyalash muammosini ham hal etishi mumkin. [9-10]

Olti valentli xrom ioni galvanik oqava suvlarda, charm ishlab chiqarish, tog'dagi qazib olish, bo'yovchi va mineral korxonalar oqava suvlarida mavjud bo'lib, bu o'z navbatida atrof muhit uchun katta havf tug'diradi. Olti valentli xrom ioni hayvonlar va inson [11] uchun zaharlidir, shu bilan birga u katserogen hamdir [12,13]. Bundan tashqari, ushbu metal flora va faunaga biologik jihatdan singib ketadi, natijada esa turli xil ekologik muammolarni yuzaga keltiradi [14,15]. MINAS bo'yicha (Minimal National Standart) (Minimal halqaro standart) Cr (VI) ionining yuqori chegaraviy miqdori 0-1 mg/dm³ tashkil etadi. Ushbu chegarani nazorat qilish uchun sanoat korxonalari uchun o'zlarining oqava suvlarini tozalashlari talab etiladi, chunki Cr (VI) ionining miqdori talab darajasigacha pasaygan bo'lishi kerak. Bu yerda umumlashtirilgan tadqiqotlar oqava suvlardan Cr (VI) ionini yo'q qilish uchun nafta asosida qazilmalarni ishlab chiqarish bo'yicha sanoatlardagi uglerodli suspenziyalarning samaradorligini baholash uchun o'tkazilgan eksperimentning bir qismi hisoblanadi. Adsorbsiya usuli bilan oqava suvlarning tozaligiga ta'sir ko'rsatuvchi parametrlar o'rganildi, ushbu parametrlarga konsentratsiya, harorat, pH va zarrachalar o'lchami kiradi. Takroran ishlatish uchun adsorbsiyalangan xromni ajratish maqsadida ko'plab tajribalar amalga oshirildi. [15]

Xrom aslini olganda bo'yovchi agentlarni ishlab chiqarishda, shuningdek teri oshlash jarayonlarida himoyalovchi qoplama (galvanik qoplamalar) sifatida keng

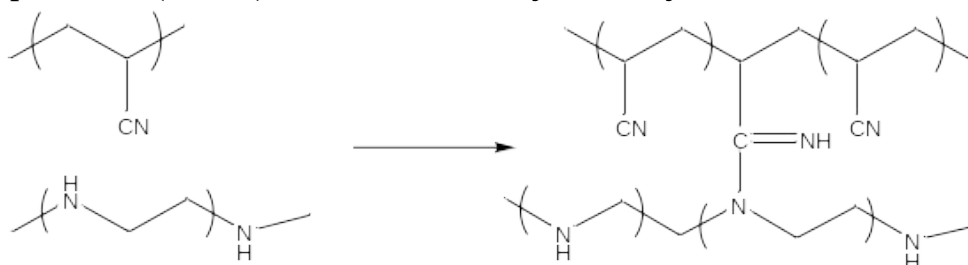
qo'llaniladi va toksikligi yuqori bo'lgan kanserogen modda hisoblanadi. Juda kam miqdordagi metallarni saqlovchi ifloslangan tabiiy suvlardan va qayta ishlangan texnologik eritmalardan xromni ajratish oldimizga murakkab muammoni qo'ymoqda. Katta hajmdagi suvlarni detoksikatsiyalash reagentsiz usullarni, ayniqsa arzon va olinishi oson bo'lgan sorbentlardan foydalangan holda sorbsion usullarni qo'llashni talab qilmoqda. Ushbu sohadagi eng yaxshi yutuvchilar o'simliklardan tayyorlangan tabiiy materiallar (yog'ochli yoki qishloq ho'jaligi chiqindilari, sellyuloza, lignin va h.k.) hisoblanadi, chunki bular o'z navbatida tuganmas homashyo manbaiga egadir hamda har yili tiklanish (qaytarilish) qobiliyatiga ega [16-20]. Ularning ichki va tashqi qatlamlarida to'plangan funksional faol guruhlarning katta to'plami o'z navbatida ularning yuqori ekstraksiyalanish qobiliyatini namoyon qilib beradi.

METADOLOGIYA

“Nitron” tolasi “Navoiazot” OAJ maxsuloti bo'lib, akrilonitril (92,5%), metilakrilat (6,0%) va itakon kislota (1,3%)si sopolimeri hisoblanadi. Foydalanishdan oldin tola turli sanoat aralashmalaridan tozalandi, suv va inert erituvchilar bilan yuvildi. Tolaning solishtirma pishiqligi 375-400MPa, MM-56000 (“Navoiazot”, O'zbekistan). Polietilenpoliamin –TSh-2413-010-75678843-2012, mexanik aralashmalarsiz sariq rangli suyuqlik, unda polietilenpoliaminning massa ulushi 98%. Gidroksilaminning sulfatli tuzi $-(NH_2OH)$ (ximreaktiv, Rossiya).

OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

Nitron asosida kuchli asos xossali sorbent olish uchun PAN “nitron” tolasini polietilenpoliamin (PEPA) bilan modifikatsiya reaksiyasi o'tkazildi.

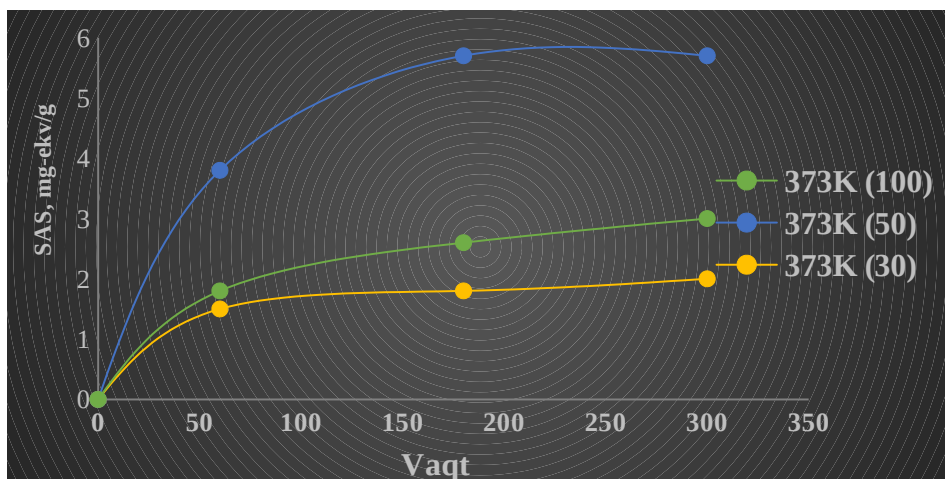


Adabiyotlar tahlilida qayd etilganidek oddiy sharoitda nitril guruhini azot tutgan asoslar yoki aminlar bilan ta'sirlashish reaksiya qobiliyati sust hisoblanadi. Ularning reaksiya faolligini oshirish maqsadida katalizatorlardan foydalaniladi. Shuning uchun PANni aminlar bilan modifikatsiyalashdan oldin nitril guruhini gidroksilamin (GA) bilan faollashtirib olinadi, bu faollashtirish yuqori almashinish sig'imiga ega bo'lgan ionalmashinuvchi materiallar olish imkonini beradi. PAN tolasini PEPA bilan kimyoviy modifikatsiyasining maqbul haroratini aniqlash uchun modifikatsiyalash jarayonining kinetikasini turli haroratlarda o'rganildi. Hosil bo'lgan polimer tarkibidagi yangi funksional guruhlarni aniqlash alohida sharoitlarni taqazo etadi va u bir qator qiyinchiliklar tug'diradi, shuning uchun

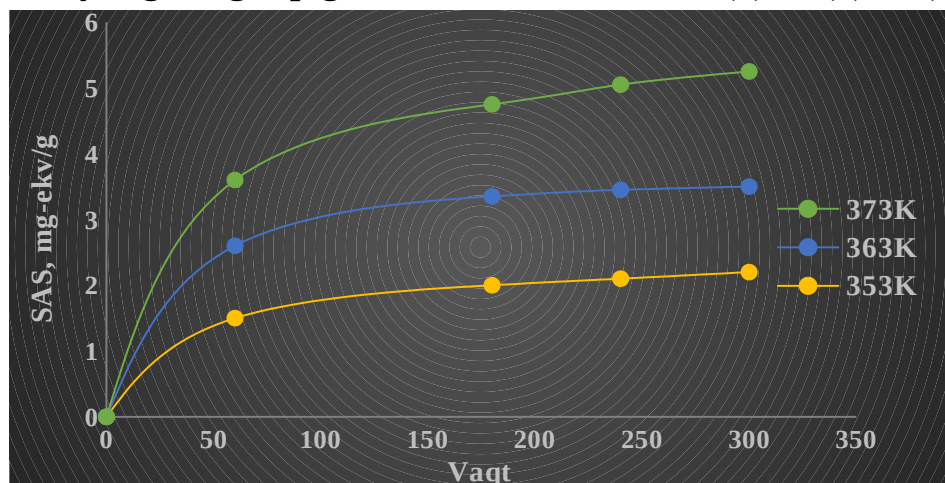
ionalmashinuvchi almashinish darajasini tavsiflash uchun statik almashuv sig'imini (SAS) aniqlash usulidan foydalanildi.

1-2- rasmlarda modifikatsiyalangan tolani SASiga reaksiya borish vaqtining davomiyligi, harorat va PEPAning konsentratsiyasi ta'sirini o'rganish natijalari keltirilgan.

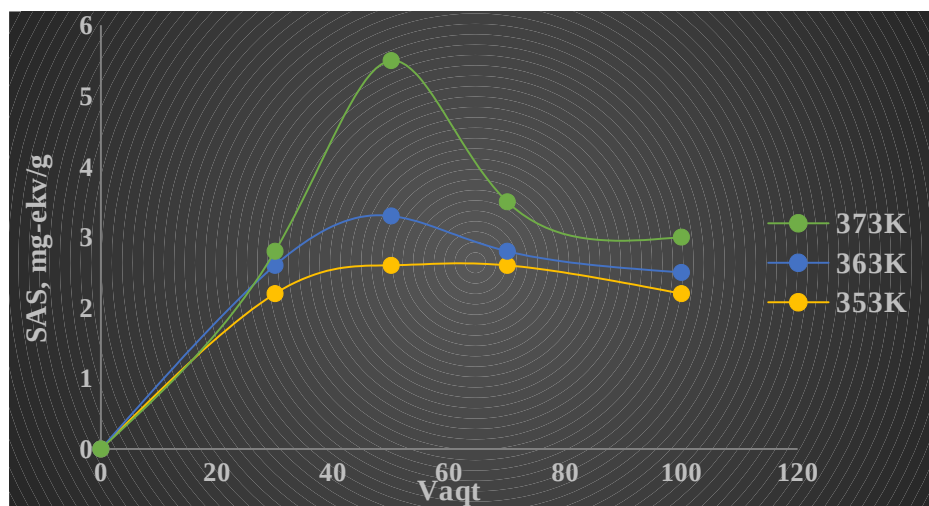
Rasmlardan ko'rinib turibdiki, reaksiya vaqti va haroratning ortishi bilan modifikatsiyalangan tolani SAS oshadi, bu polietilenpoliaminli zanjirni tolaga birikishidan dalolat beradi.



1-rasm. PPA-1 sorbentining SASini reaksiya davomiyligiga va PEPa konsentratsiyasiga bog'liqligi. $T=373K$, $[PEPA] = 100(1), 50(2), 30(3)\%$



2-rasm. PPA-1 sorbent SASini modifikatsiya davomiyligiga bog'liqligi. $T=373(1), 363(2), 353(1)K$, $[PEPA]=50\%$

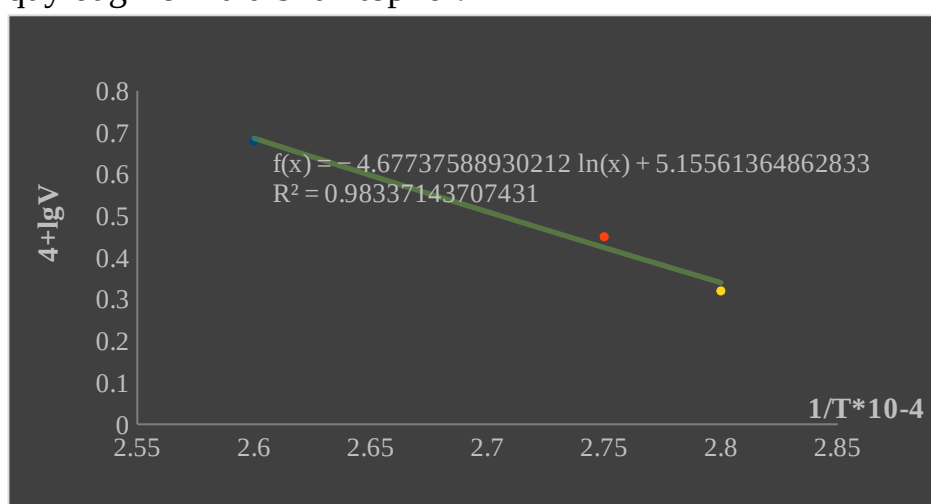


3- rasm. PPA-1 sorbent SASini PEPA modifikatsiyalovchi agent konsentratsiyasiga bog‘liqligi.

$T=373$ (1), 363 (2), 353 (3)K, $t=3$ soat.

3-rasmda sintez qilingan sorbentning SASiga PEPA konsentratsiyasi ta’siri keltirilgan. Undan ko‘rinib turibdiki PEPAning konsentratsiyasi 50% bo‘lganda yuqori almashinish darajasiga, ya’ni SASiga erishilgan, keyinchalik konsentratsiyani yanada ortishi sorbentning SASini kamayishiga olib kelishi kuzatildi. Ushbu jarayonda PEPA konsentratsiyasini ortishi bilan oligomerning qovushqoqligi ortishi, natijada polimer zanjirlari orasiga diffuziyalanishi qiyinlashishi va kamayishini tushintirish mumkin.

PANni polietilenpoliamin bilan modifikatsiyasining kinetik ma’lumotlardan reaksiyaning faollanish energiyasi hisoblandi va u 38,3 kJ/molni tashkil etdi. Faollanish energiyasi qiymati reaksiya tezligini haroratga bog‘liqligi chizmasi (4-rasm) orqali quyidagi formula bilan topildi: $E = 2,307 R \cdot \lg \alpha$



4- rasm. $\lg V$ ni $1/T$ ga bog‘liqligi.

$[PEPA]=50\%$, $t=3$ soat.

Nitron tolasini PEPA bilan modifikatsiyalanish reaksiyasi geterogen jarayon bo‘lib, bunday jarayonlarda reaksiya tezligi faqat suyuq yoki gazsimon fazadagi

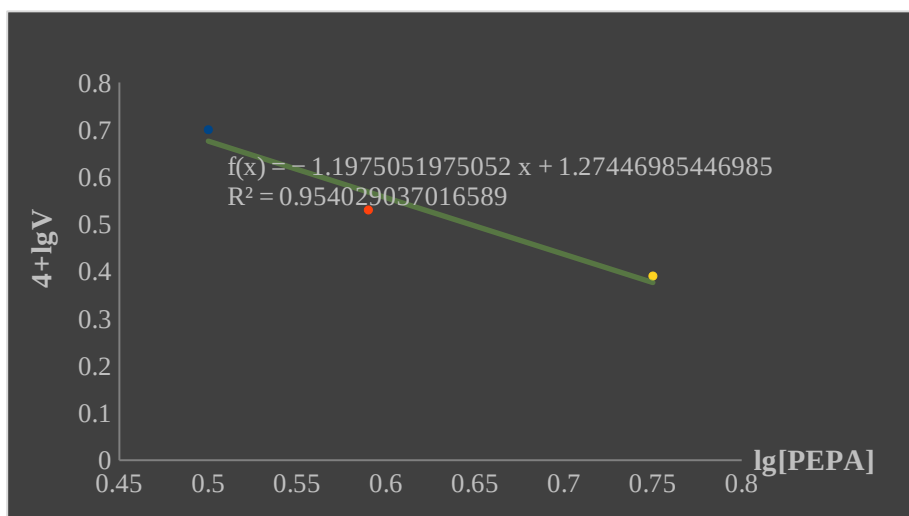
modda konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun PANni PEPA bilan kimyoviy modifikatsiyalash kinetikasidan olingan natijalar asosida PEPA konsentratsiyasi bo'yicha reaksiya tezligi hisoblandi. Olingan natijalar 1-jadval va 5-rasmda keltirilgan

1-jadval

Poliakrilonitrilni PEPA bilan ta'sirlashish reaksiya tezligini modifikatsiyalovchi agent konsentratsiyasiga bog'liqligi

($T=373K$, vanna moduli 40)

lgV	-3,6	-3,5	-3,3
lg [PEPA]	0,8	0,6	0,5



5-rasm. PPA-1 reaksiya tezligini

PEPA konsentratsiyasiga logarifmik bog'liqligi. $T=373K$, $[PEPA]=50\%$.

PEPA bo'yicha reaksiya tartibini yuqorida keltirilgan grafigidan, to'g'ri chiziqning qiyalik burchak tangensidan topildi.

Shunday qilib, nitronni PEPA bilan o'zaro ta'sirlashish reaksiya tezlik tenglamasi qo'yidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$V=K [PEPA]^{0,9}$$

Shuni ta'kidlash joizki, jarayonning geterogen tavsifi reaksiya tartibiga ta'sir etib, polietilenpoliamin bo'yicha tartib birdan kichik qiymatni egalladi va u tolani sian guruxi konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Shunday qilib, poliakrilonitrilni polietilenpoliamin bilan modifikatsiyalash kinetikasini tadqiq etish natijasida qulay reaksiya sharoit aniqlandi va HCl bo'yicha 5,3 mg-ekv/g SASga teng bo'lgan tolalar sintez qilindi. Bu natijaga PEPA konsentratsiyasi 50%, harorat 373K, reaksiya davomiylik vaqti 3 soat, bo'lgan sharoitda erishildi.

XULOSA

Ion almashinuvchi materiallar sintezi va ularning sorbsion faolligi hozirgi kunda sezilarli qiziqish uyg'otayotgan sohalardan biri hisoblanmoqda. Ushbu ionitlar sanot chiqindilarini tozalashda va ekologik jihatdan atrof muhitni zararsizlantirishda keng qo'llanilmoqda.

«Nitron» tolasini polietilenpoliamin bilan modifikatsiyalash natijasida olingan sorbent o'zining sorbsion xossalari bo'yicha sanoatda miqyosida qo'llanadigan Amberlayt (AQSH) va boshqa sorbentlardan qolishmaydi.

Shunday qilib sintez qilingan sorbentni sun'iy eritmalardan xrom ionlarini sorbsiyalash jarayoni diffuzion uzilishlarsiz borishi va sorbentning Cr(VI) ionlari bo'yicha sig'imi 70 mg/g tashkil qilishini ko'rsatdi. Sintez qilingan sorbentni texnologik eritmalarini konsentrlash va xromlashni qo'llaydigan galvanik sexlari oqava suvlarini Cr(VI) ionlarida tozalashda qo'llashni tavsiya etish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. X. Liu, Q. Hu, Z. Fang, X. Zang, B. Zang. Magnetic chitosan nanocomposites: a useful recyclable tool for heavy metal ion removal, *Langmuir* 25 (2009) 3–8.

2. J.J. Testa, M.A. Grela, M.I. Litter. Heterogeneous photocatalytic reduction of Chromium (VI) over TiO₂ particle in presence of oxalate: involvement of Cr(VI) species, *Environ. Sci. Technol.* 38 (2004) 1589-1594.

3. Иванов В. А., Горшков В. И. 70 лет истории производства ионообменных смол. // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2006. - Т.6. - Вып.1. - С. 5-31.

4. Neghlani, P.K.; Rafizadeh, M.; Taromi, F.A. Preparation of aminated-polyacrylonitrile nanofiber membranes for the adsorption of metal ions: Comparison with microfibers. *J. Hazard. Mater.* 2011, 186, 182–189.

5. J. Hu, G.H. Chen, I.M.C. Lo. Removal and recovery of Cr(VI) from waste water by maghemite nanoparticles, *Water Res.* 39 (2005) 4528–4536.

6. Y. Xing, X. Chen, D. Wang. Electrically regenerated ion exchange for removal and recovery of Cr(VI) from waste water, *Environ. Sci. Technol.* 41 (2007), 1439–1443.

7. N.R. Bishnoi, M. Bajaj, N. Sharma, A. Gupta, Adsorption of Cr(VI) on activated rice husk carbon and activated alumina, *Bioresour. Technol.* 91 (2004) 305–307.

8. H.J. Park, L.L. Tavlarides, Adsorption of chromium(VI) from aqueous solution using an imidazole functionalized adsorbent, *Ind. Eng. Chem. Res.* 47 (2008), 3401–3409

9. Vinay K., Singh & Prem N., Tiwari. Removal and Recovery of Chromium (VI) from Industrial Waste Water. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 69, 376- 382 (1997)

10. Benoit, D.A., Toxic effects of hexavalent chromium on Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Water Res.*, 10 (6) (1976) 497-500.
11. Sittig, Marshall, Hazardous and Toxic Effects of Industrial Chemicals/ NDC Publication, USA, 1979, pp.137-8
12. Nandy, T., Kaul, S. N., Pathe, P.P. & Begum, Malika, Chromium recovery from Spent Chrome Tan Liquor. *CEW*, XXV (2) (1990) 90-1
13. Arvind, Bharti, Saxena, R.P. & Pandey, G.N., Physiological imbalances due to hexavalent chromium in fresh water algae: *Indian J. Env. Health*, 21(3) (1979) 234-43
14. Knocke, W.R. & Kelley, R.T., Improving heavy metal sludge dewatering characteristics by recycling preformed sludge solids. *J. Wat. Poll. Cont. Fed.*, 59(2) (1987) 86-91
15. Gilcreas, F. W., Tarars, M.J. & Ingils, R.S., Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 12th ed. American Public Health Association, Inc., New York, 1965, pp.474-9
16. Ahmad, R., Sawdust: Cost Effective Scavenger for the Removal of Chromium (III) Ions from Qaueous Solutions, *Water, Air, Soil Pollut.: Int. J. Environ. Pollut.*, 2005, vol. 163, nos. 1-4, pp. 169-183.
17. Sciban, M. and Klasnja, M.T., Removal of Chromium (VI) from Water by Natural Organic Materials, *Acta Period. Technol*, 1998-1999, vols. 29-30, pp. 59-65.
18. Machado, R., Carvalho, J.R., Correia, M., and Neiva, J., Removal of Chromium(III) from Solution by Biosorption in Cork Powder, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 2002, vol. 77, no. 12, pp. 1340-1348.
19. Sciban, M.B. and Klasnja, M.T., The Kinetics of Chromium (VI) Adsorption from Water on Some Natural Materials, *Acta Period. Technol. Fac. Technol. Novi Sad.*, 2002, vol. 33, pp. 101-107.
20. Sharma, A. and Bhattacharyya, K.G., Adsorption of Chromium(VI) on *Azadirachta Indica* (Neem) Leaf Powder, *Adsorption: J. Int. Adsorpt. Soc.*, 2005, vol. 10, no. 4, pp. 327-338.