ANIONIT ARA-5P DA IONIT-EKXTRAKTSION USULDA ARALAShMALARNI AJRATISh

Saidov I.A.
Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti
Tursunova G.X.
Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti dotsenti, PhD
Trobov X.T.
Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti professori, k.f.d.

Annotatsiya. Kuchli asosli anionit ARA – 5P foydalanib ionit-ekxtraktsion usulda aralashmalar tarkibidan xlorid kislota va turli tuzlar to‘liq ajratib olingan. Ajratish jarayonlari neytral muhitda olib borilgan. Ajratish jarayoning samaradorligi ion almashinish kolonkasi balandligi va diametriga, aralashma oqimining tezligiga, komponentlarning aralashmadagi konsentratsiyasiga, anionitning ko‘ndalang bog‘lari miqdoriga bog‘liq ekanligi tajribalarda olingan natijalar asosida isbot etilgan.

Kalit so‘zlar: Anionit, ion almashinish kolonkasi, ajratish jarayoni, tuzlar, miqdor, konsentratsiya.

Аннотация. С использованием ионитно-экстракционного метода на сильноосновном анионите АРА–5П разделены соляная кислота и различные соли. Процессы разделения проводились в нейтральной среде. Экспериментальными результатами доказано, что эффективность процесса разделения зависит от высоты и диаметра ионообменной колонки, скорости потока смеси, концентрации компонентов в смеси и количества поперечных связей анионита.

Ключевые слова: Анионит, ионообменная колонка, процесс разделения, соли, количества, концентрация.

Abstract. Using the ion-extraction method on a strongly basic anion exchanger APA–5P, hydrochloric acid and various salts were separated. The separation processes were carried out in a neutral medium. Experimental results have shown that the efficiency of the separation process depends on the height and diameter of the ion exchange column, the flow rate of the mixture, the concentration of the components in the mixture, and the amount of cross-linking in the anion exchanger.

Key words: Anion exchanger, ion exchange column, separation process, salts, amounts, concentration.

Kirish

Sanoat korxonalarida ishlatilgan polimer sorbentlarni regeneratsiya qilish bosqichlarida hosil bo‘ladigan oqovalar tarkibida ko‘pincha mis, nikel, kobalt, temir kabi metal tuzlari uchraydi. Undan tashqari, bu bosqichda ancha miqdorda

ISSN 3030-3907

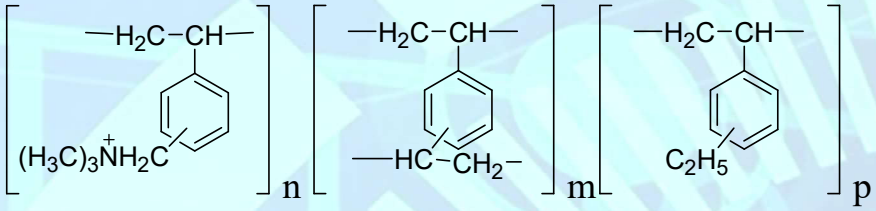
xlorid kislota, natriy ishqori, suv kabi reagentlar sarflanadi. Bularga sabab ionitlarning turli ionlarga nisbatan selektivliklarining pastligi; konsentrlangan elektrolit eritmalarida polimer sorbentlar granulalarining siqilishi sababli ular almashinish sig‘imlari samaradorligi kamayishidir. Umuman olinganda regeneratsiya bosqichida ko‘p miqdorda reagentlar ishlatilishi ion almashinishning unumdorligini kamytiradi. Shuningdek, regeneratsion chiqindilar ularni qayta ishlash yoki utilizatsiya qilish tufayli ekologik tizimga zarar yetkazadi. Bunday ko‘rsatkichlar polimer sorbentlar qo‘llaniladigan sanoat, kimyo korxonalari oldida turgan dolzarb muammo hisoblanadi. Bu muammolarni hal qilish uchun reagentlar sarflanishini minimumga yetkazish, kam chiqitli almashinish jarayonlarni ishlab chiqish, tevarak-atrofni ifloslanishi oldini olish kabilar kimyogarlar oldidagi asosiy vazifalardan biridir. Yuqoridagi muammolar hal qilinishi uchun soha mutaxassislari tomonidan turlicha yondashuvlar taklif etilgan. Bu takliflarning barchasida ionitlardan foydalanib aralashmalarni reagentsiz usulda ajratish yotadi. Bu borada birinchi bo‘lib Harch tomonidan [1] taklif etilgan usul hisoblanadi. Reagentsiz usulda elektrolit aralashmalarini ajratish sanoat korxonalari uchun iqtisodiy arzon [2-5] va ekologik [6-8] toza usul hisoblanadi.

Dolgonosov A.M.[9, 10] ishlarda ionitlardagi qarshi ionlar hamda eritma tarkibidagi ionlar o‘rtasidagi ta’sirga vodorod bog‘lar va kulon o‘zaro ta’sir kuchlari muhim o‘rin tutishini qayd etib, bu aralashmalar tarkibidan reagentsiz usulda komponentlarni ajratishda namoyon etishini ko‘rsatgan. Shuningdek polimer sorbentlarning eritmalardan turlicha sorbsiyalanish va bo‘kish jarayonlarida erituvchi omilining kattaligi, bu reagentsiz usulda aralashmalar ajratishga ta’siri yuqori ekanligi [11-13] tadqiqotlarda keltirilgan. Mualliflar [14, 15] ishlarida eksklyuzion xromatografiyadan foydalanib polistirolli o‘tatikilgan nanosorbentlarda tarkibida kislota va uning tuzi, ikki kislota, asos va tuz [16] bo‘lgan aralashmalarni ajratishganlar. Eksklyuzion xromatografiyaning frontal usulidan foydalanib reagentsiz usulda mualliflar [17-19] aralashmalar ajratishning qonuniyatlarini batafsil yoritganlar. Yuqorida qayd etilganlar asosida mazkur maqolada ionit-ekxtraktsion usulda kuchli asosli anionit ARA-5P da aralashmalar tarkibidan xorid kislota va turli tuzlarni ajratish bayon etilgan.

Tajribaviy qism. Barcha tajribalar kuchli asosli anionit APA-5П dan foydalanib olib borildi. APA-5П gel shaklida bo‘lib, granulalarining o‘lchami 0,55 – 1,15 mm ga teng. Tajribalarda birinchi va ikkinchi guruh metal tuzlari, HCl, NaOH fiksanallari, «EDTA», NH_3 eritmasi, mureksid, erioxrom, fenolftalein indikatorlari ishlatildi. Vodorod va gidroksil ionlari konsentrasiyasii titrimetik usulda, ikki zaryadli kationlar konsentratsiyalari kompleksonometrik usulda aniqlandi. Kolonkadagi anionit suspenziyasi 920 ml hajmni, almashinish sig‘imi

ISSN 3030-3907

1387 mg-ekv.ni tashkil etdi. Ajratish jarayonlari ion almashinish xromatografiyasining frontal va siqib chiqarish usullaridan foydalanib olib borildi. Anionit tuzilishi 1-rasmda keltirilgan.



1-Rasm Kuchli asosli anionit APA-5П tuzilishi.

Olingan natijalar tahlili. Xlorid kislotaning turli metall tuzlari aralashmalaridan ionit-ekstraktsion usulda ajratish bo‘yicha tajribalarni bajarishdan oldin anionit ARA-5P tomonidan xlorid tuzlarining turli konsentratsiyali eritmalaridan ionit tuzilishining geterofazaviy modelidan foydalanib sorbsiya jarayoni o‘rganildi [5]. Tajribalardan olingan natijalar asosida tuzlarning tikilgan polielektrolit va muvozanatdagi quyimolekulyar elektrolit eritmalari fazalaridagi aktivliklari, aktivlik koeffitsientlari, miqdorlari va taqsimlanish koeffitsientlari quyidagi tenglamalardan foydalanib hisoblandi.

$$a_{el} = x_{el} m_{el}^{bin\,2} \gamma_{el_{\pm}}^{bin\,2} \quad (1)$$

$$\gamma_{AX_{\pm}} = \gamma_{AX_{\pm}}^{bin} \frac{m_{AX}^{bin}}{m_A + m_B} \quad (2)$$

$$\gamma_{BX_{\pm}} = \gamma_{BX_{\pm}}^{bin} \frac{m_{BX}^{bin}}{m_A + m_B} \quad (3)$$

$$K_d^{el} = \frac{\bar{n}_{el} \bar{m}_{el}^{bin\,2}}{x_{el} m_{el}^{bin\,2}} \frac{\bar{\gamma}_{el_{\pm}}^{bin\,2}}{\gamma_{el_{\pm}}^{bin\,2}} \quad (4)$$

$$\bar{n}_{AX} = \frac{x_{AX} K_d^{AX} m_{AX}^{bin\,2} \gamma_{AX_{\pm}}^{bin\,2}}{\bar{m}_{AX}^{bin\,2} \bar{\gamma}_{AX}^{bin\,2}} \quad (5)$$

$$\bar{n}_{AY} = \frac{x_{AY} K_d^{AY} m_{AY}^{bin\,2} \gamma_{AY_{\pm}}^{bin\,2}}{\bar{m}_{AY}^{bin\,2} \bar{\gamma}_{AY}^{bin\,2}} \quad (6)$$

Olingan ba’zi natijalar 1- va 2- jadvallarda keltirilgan. Jadvallardagi qiymatlardan ko‘rinadiki, anionit tomonidan LiCl sorbsiyasi HCl ning sorbsiyasidan farq qiladi. Bu holat litiy xlorid va xlorid kislotadan iborat aralashmani ajratish mumkinligiga izoh beradi. Shuning uchun reagentsiz usulda

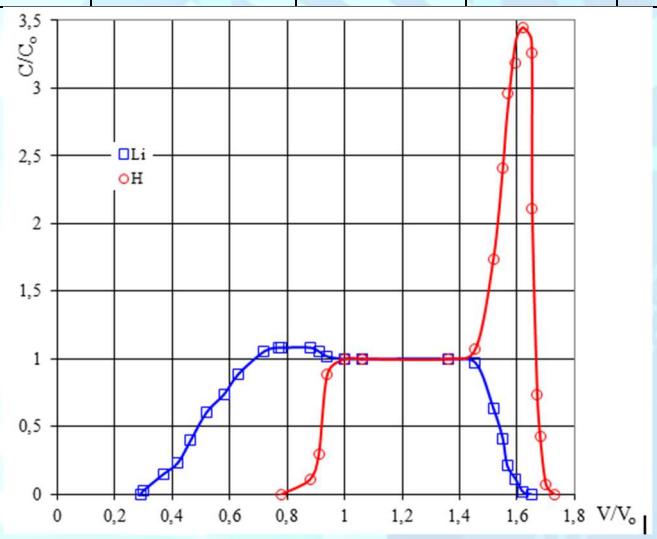
ISSN 3030-3907

HCl – LiCl tuzilgan sistema ajratildi. Ajratish jarayonining natijalaridan biri 2-rasmlarda keltirilgan.

Jadval-1

Quyimolekulyar elektrolit eritmasi fazasi.

№	Ion	C, N	m, mol/kg	a_w	$\gamma^{bin}_{el_\pm}$	m^*	x_{el}
HCl – LiCl							
1	H^+	0,74	0,75	0,803	1,749	4,01	0,20
	Li^+	3,02	3,26	0,803	1,608	4,15	0,80



2-Rasm Kuchli asosli anionit ARA-5P-Cl^- ko‘rinishida LiCl-HCl eritmalari aralashmasini frontal va siqib chiqarish xromatografiya usullarida ajratish egri chiziqlari.

Jadval-2

Tikilgan polielektrolit eritmasi fazasi

$\bar{a}_w$	$\bar{m}^{bin}_{H^+}$	$\bar{\gamma}^{bin}_{H_\pm}$	$\bar{m}^{bin}_{Kat^+}$	$\bar{\gamma}^{bin}_{Kat_\pm}$	$\bar{n}_{H^+}$	$\bar{n}_{Kat^+}$	$\bar{n}^i_w$	$a^{bin}_{H^+}$	$a^{bin}_{Kat^+}$
HCl – LiCl									
0,658	6,26	3,545	6,31	2,713	0,16	0,14	6	9,68	35,63

Ajratish jarayonida kislotalarning ionit tomonidan ushlanib qolinishi polimer sorbent matritsasi bilan kislotalarning o‘zaro ta’siri tuz molekulalariga nisbatan kuchliroq bo‘ladi. Buning sababi polimer sorbentlar tomonidan sorbsiya jarayoni turli molekulalararo o‘zaro ta’sir Van-der-Vals kuchlari, yoki suvli muhitda qutbli (lekin ionli emas) o‘zaro ta’sirlar tufayli vujudga keladigan vodorod bog‘ kabilar yordamida amalga oshiriladi. Bunday bog‘lar energiyalari kichik qiymatlarga ega bo‘lganliklari [20] (3-jadval) sababli, reagentsiz usulda aralashmalarni ajratishda sorbsiya va desorbsiya jarayonlari sodir bo‘ladi. Undan tashqari ionit va u bilan muvozanatdagi eritma chegara sirtida har xil funksional guruhlar tomonidan koionlarning itarilishi sababli polielektrolit eritmasi fazasida elektrolitning

ISSN 3030-3907

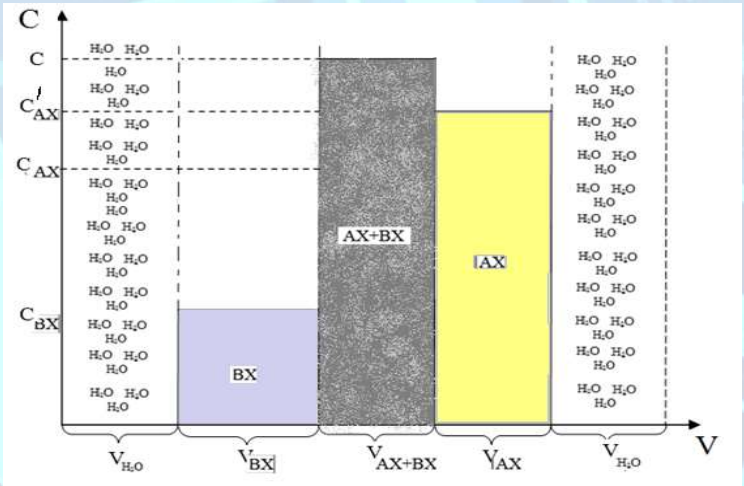
konsentrlanishi kamayadi (Donnan potensialining qiymati tuzlarga nisbatan kislota molekulalari uchun kichik qiymatga ega), buning natijasida ajratish samaradorligi past bo‘ladi. Shuningdek, molekulyar elak effekti hisobida polimer matritsasi hajmiga kislota molekulalarining sorbirlanishi kattaroq bo‘ladi, shuning uchun mikrog‘ovakli polimer matritsalarida (g‘ovakligi 1 nm dan kichik) kislota molekulalarining sorbirlanishi sodir bo‘ladi.

Jadval-3

Molekulalararo o‘zaro ta’sir energiyalari [20].

T/r	Bog‘ turi	Bog‘ energiyasi, kJ/mol
1	Ion-ion	100 – 350
2	Ion-dipol	50 – 200
3	Vodorod bog‘lanish	4 – 120
4	Kation- π – sistema	50 – 80
5	Dipol-dipol	5-50
6	Metallofil o‘zaro ta’sir	< 10
7	Van-der-Vaals o‘zaro ta’sir	< 5

Ikki elektrolitlar aralashmasini ajratish uchun toza holdagi HCl (AX) kislotasini olishga kerakli miqdordagi suv talab etiladi. Toza holdagi AX konsentratsiyasi barcha o‘tkazilgan tajribalarda dastlabki aralashmadagi konsentratsiyasiga nisbatan yuqori bo‘lganligi uchun, suvning hajmi hamma vaqt ajratilgan aralashma hajmidan kichik bo‘ladi. Tozalangan eritma tarkibida AX elektrolitining konsentratsiyasi boshlang‘ich aralashma konsentratsiyasiga va aralashmadagi AX ning mol ulushiga bog‘liq bo‘ladi. Bu qiymat hamma vaqt boshlang‘ich aralashmadagi AX konsentratsiyasidan katta bo‘ladi (rasm-3. qarang).



Rasm-3. Ion almashinish kolonkasida ionit-ekstraksion usulda elektrolitlarni ajratish jarayonida elektrolitlar konsentratsiyalarining kolonka bo‘ylab taqsimlanishi.

ISSN 3030-3907

Xulosa. Ионит-экстракцион усулдан фойдаланиб кўп компонентли системаларни ажратиш баландлиги 1.0-1.5 метр, диаметри 2-10 см бўлган ион алмашиниш колонкаларида олиб бориш мақбул шароитдир. Колонкадан аралашма ёки сувнинг ўтиш оқими 2-10 мл/мин. тезликда олиб бориш ажратиш жараёнининг самарадорлиги юқори эканлигини аниқланди. Сорбцион фронтнинг турғун ҳолати эритманинг ёки сувнинг ўтиш тезлигига боғлиқлиги таъкидланди. Ajratish jarayoni davomida sorbsion frontning turg‘un holati kolonka bo‘ylab eritmaning yoki suvning o‘tish tezligiga bog‘lik bo‘ldi va bu front qanchalik turg‘un bo‘lsa, ajralayotgan komponent shunchalik toza bo‘ladi. Bundan tashqari, polimer sorbentlarning qutbiy guruhlarining selektivligi hamma vaqt quyimolekulyar elektrolitlarga nisbatan suvda yuqori bo‘ladi. Shuning uchun suv va kuchsiz sorbilanadigan quyimolekulyar elektrolit orasidagi sorbsion soha (oldingi soha) turg‘un bo‘lmaydi. Ammo suv va kuchli sorbilanadigan quyimolekulyar elektrolit orasidagi sorbsion soha (keyingi soha) hamma vaqt turg‘un bo‘ladi. Buni ajratishning texnologik sxemasini tuzish jarayonida hisobga olishga to‘g‘ri keladi.

ADABIYOTLAR.

1. Hatch M.J., Dillon J.A.(**1963**). I&EC Process Design and Development. V.2. No. 4. P. 253.

2. Khamizov R.Kh., Krachak A.N., Podgornaya E.B., Gruzdeva A.N.//Journal. analyte chemistry. 2019**.** T. 74. №.3. P.186.

3. Kaznacheev M.A., Tikhonov N.A., Khamizov R.Kh. Determination of the characteristics of a molecular sorption model using the example of separation of components of extraction phosphoric acid by the “retention” method on an ion exchanger. Journal of Physical Chemistry, 2023. V.97, №.8, P.1161–1166.

4. Sidelnikov G.B., Tikhonov N.A., Khamizov R.K., Krachak A.N.//Math. Models Comp. Simulations. 2013. V.5. №6. P.501.

5. Ferapontov N.B., Gorshkov V.I., Parbuzina L.R., Trobov H.T. et al.//React. Funct. Polym. 1999. V. 41. P. 213.

6. M. Laatikainena, K. Laatikainen, J.Heinonena, T. Sainio Recovery of metal oxoanions from basic solutions using cooperative sorption– Separation of Na_2MoO_4 and NaOH//Chemical Engineering Journal . 2018. P.578–587

7. Khamizov R.Kh, Krachak A.N., Podgornaya E.B., Gruzdeva A.N.Acid retradation effect in sorption columns with two liquid phases: capabilities of application to sample preparation in elemental analysis. Journal of Analytical Chemistry, 2019. том 74, № 3, с. 226-238

8. Tursunova G.Kh., Atavullaeva Sh.Sh., Karimov Kh.R., Ferapontov N.B., Trobov Kh.T. A study of the process of development of polyvinyl alcohol gel from

ISSN 3030-3907

strong acid solutions// AIP Conf. Proc. 3045, 030069 (2024). DOI: https://doi.org/10.1063/5.0197295
9. Dolgonosov A.M. Problems of the theory of ion exchange I:Describing forces of ion exchange in classical systems. Russ. J. Phys. Chem., 2022. 96 (10): P.2252-2258.
10. Dolgonosov A.M. Influence of the structure of the polymer base on the swelling ability and selectivity of ion exchangers // Sorption and chromatographic processes.2024. T.24, №5. P. 662-671
11. Y. Marcus. Effect of ions on the structure of water: structure making and breaking. Chem. Rev., 2009. V.109, P.1346-1370.
12. Ch. Liu, F. Min, L. Liu, J. Chen, Hy-dration properties of alkali and alkaline earth metal ions in aqueous solution: A molecular dynamics study, Chem. Phys. Let., 2019. P.31-37.
13. Soldatov V.S., Kosandrovich E.G., Bezyazychnaya T.V. State of the lithium ions in the sulfostyrene cation exchanger according to ab initio quantum chemical calculations. React. Funct. Polym., 2018. V.131. P.219-229.
14. Davankov V.A., Tsyurupa M.P., Alexienko N.N. J. Chromatography A.V. 2005. № 1. P. 32.
15. Davankov V., Tsyurupa M., Blinnikova Z., Pavlova L. J. Sep. Sci. 2009. V. 32. № 1. P. 64.
16. Khamizov R.Kh., Krachak A.N., Gruzdeva A.N. et al. // Geochem. Inter. 2016. V. 54. № 13. P.1221.
17. Markku Laatikainen, Tuomo Sainio.Cooperative sorption of weak and strong electrolytes in microporousadsorbents.Microporous and Mesoporous Materials. №239 .2017. P.86-95.
18. M.Laatikainen, T.Sainio, V.Davankov, M.Tsyurupa, Z.Blinnikova, E.Paatero Modeling of size-exclusion chromatography of electrolyteson non-ionic nanoporous adsorbents. Journal of Chromatography A, 1149. 2007. P.245–253
19. Davankov V.A, Blinnikova Z.K, Pavlova L.A. Principles and perspective applications of preparative ion size exclusion chromatography on neutral hypercrosslinked polystyrene sorbents. INEOS OPEN, 2019. 2 (1), p.19–24.
20. Schneider H.J., Yatsimirsky A.K. Principles and Methods in SupramolecularChemistry, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 2000. R.254-278.

ISSN 3030-3907