

UOT 541.49; 540.623

F.İ.Salahova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
salahli_xelil@mail.ru

KOBALTIN (II, III) MÜXTƏLİFLİQANDLI KOMPLEKS BİRLƏŞMƏLƏRİNİN TƏRKİBİNİN TƏYİNİ

Açar sözlər: 1-hidroksi-2-naftoy-amin (1,2-ONT-Am), 2-hidroksi-3-antrasil-amin (2,3-ANT-Am), *hidrofob amin, müxtəlifliqandlı kompleks (MLK), aromatik hidroksiturşular*

Son 30 ildə kobaltın müxtəlifliqandlı komplekslər əsasında təyininin fotometrik metodlarının işlənməsinə xüsusi fikir verilir. Kobaltın müxtəlifliqandlı komplekslər şəklində təyində aromatik hidroksiturşular və hidrofob aminlər əsas yer tutur. Aromatik hidroksiturşular xelatəmələgətirici liqand kimi analitik xassələrinə görə bir-birinə yaxın olan elementlərin ayrılması və təyində geniş istifadə olunur.

Ф.И.Салахова

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА РАЗНОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ КОБАЛЬТА (II, III)

Ключевые слова: 1-гидрокси-2-нафтоыйный амин (1,2-ONT-Am), 2-гидрокси-3 антрацил-амин (2,3-ANT-Am), *гидрофобный амин, разнолигандный комплекс, ароматические гидроксикислоты*

В последние 30 лет особенно большое внимание уделяется фотометрическим методам определения состава разнолигандного комплекса. При определении кобальта в виде разнолигандного комплекса особое место занимают ароматические гидроксикислоты и гидрофобные амины. Ароматические гидроксикислоты как хелатообразующие реагенты широко применяются для разделения и определения элементов, близких по аналитическим свойствам.

F.I.Salahova

DETERMINATION OF THE VARIOUSLIGAND COMPLEX COMPOUNDS FOR COBALT (II, III)

Keywords: 1-hydroxy-2-naphthioamine (1,2-ONT Am), 2-hydroxy-3-anthracylamine (2,3 ANT Am), *hydrophobic amine, compounds of various ligands (MLC), aromatic hydroxy acids*

Special attention has been given to the developing of photometric methods for the determination of cobalt based on aromatic hydroxy acids in the last 30 years. Aromatic hydroxy acids and hydrophobic amines take main place in determination of cobalt, as various ligand complexes. Aromatic hydroxy acids are widely used for separate and identify elements, that are close to each other, due to their analytical properties, such as chelating ligands.

Co(II), Co(III) ionlarının hidrositürşular və hidrofob aminlərlə MLK-nin mühitin pH-dan asılı olaraq müxtəlif rəngdə olması, birləşmələrin tərkibinin müxtəlif olduğunu göstərir. İlk mərhələdə Co(II) və Co(III) ionlarının müxtəlifliqandlı komplekslərinin sintez metodikası işlənmiş, işlənmiş metodika əsasında alınan komplekslərin tərkib və xassələri öyrənilmişdir.

Co(II) 1-hidroksi-2-naftoy komplekslərinin alınması: 50 ml-lik odadavamlı kimyəvi stəkana 2,38 q (0,01 mol) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kristalları 10 ml suda zəif qızdırılmaqla həll edilir. Onun üzərinə 4,2 q (0,02 mol) 1-hidroksi-2-naftoy turşusunun natrium duzunun suda məhlulu əlavə edilib, şüşə çubuqla qarışdırılır, 50-60°C temperaturda sarı rəngli çöküntü almır. Qarışıqə yenidən 20 ml isti su əlavə edib 0,1 M NaOH və HCl-la pH 5-7 yaradılır. Alınan çöküntü-məhlul qarışığı 15-20 dəqiqə yenidən qızdırılır və tam kristallaşma üçün 24 saat saxlanılır. Həmin müddətdə toz şəkilli çöküntü ayrılır. Çöküntü dekante edilərək süzülür, isti su ilə 3-5 dəfə yuyulur, qurudulur və sonrakı analizlər üçün saxlanılır. Çıxım 4,44 q-dır.

Kobalt (II) 1,2-ONT və amin komplekslərinin sintez metodikası. 50 ml-lik stəkana 2,38 q (0,01 mol) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ duzu, onun üzərinə 20 ml suda həll edilmiş 4,20 q (0,02 mol) 1-hidroksi-2-naftoy turşusunun natrium duzu ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{O}_3\text{Na}$) məhlulu tökülür, uyğun olaraq pH 4,5-7,6 və 8-12,6 yaradılır və qarışdırılaraq 50-60°C qızdırılır. Alınan eyniliqandlı kompleksin üzərinə istifadə olunan aminlərin spirtə 0,02-0,04 M məhlullarından 2 ml əlavə edilir və məhlul 20 ml su ilə durulaşdırılaraq 12 saat saxlanılır. Tam çökmə yoxlanılır. Çöküntü adi süzgəc kağızından süzülür, 2-3 dəfə spirtlə, 3 dəfə su ilə yuyulduqdan sonra qurudulur və analiz üçün istifadə edilir.

MLK-in əmələ gəlməsinin optimal pH-dan, tərkibindəki komponentlərin nisbətindən, komplekslərin davamlılıq dərəcəsindən, həll olmasından və s. faktorlardan asılı olaraq aminlərin müxtəlif mol miqdarından istifadə edilir. MLK-in alınmasında Py, o-AmPy-dən istifadə etdikdə aminlərin 0,02-0,04 mol miqdarından, o-phen 0,02-0,03 mol və DFQ-nin isə 0,02 mol 0,1 M HCl-da həll edilmiş məhlullarından istifadə olunmuşdur. Alınan birləşmələrin çöküntüləri sabit çəkiyə gələnə qədər qurudulmuş və tərkibi element analizi ilə öyrənilmişdir. Alınan kompleks birləşmələrin tərkibində C və H Li bix üsulu ilə nümunəni CuO iştirakı ilə yandırmaqla ($\text{CuO} + \text{nümunə} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), azotun miqdarı Dyuma metodu ilə təyin edilmişdir [1]. Kimyəvi analiz metodu ilə

alman komplekslərin tərkibi təyin edildikdən sonra alınan nəticələrin doğruluğu, başqa metodlarla bir daha yoxlanılmışdır. Kobaltın (II) miqdarı qələvi mühitdə nitrozo-R duzu ilə fotometrik təyin edilmişdir [2]. 1,2-ONT-nin miqdarı Fe(III) ionu ilə [3] fotometrik təyin edilmişdir. Fenantrolin və dipiridilin miqdarı isə Fe(II) ionu ilə fotometrik təyin edilmişdir [4; 5; 6; 7]. MLK-in kimyəvi analizinin nəticələri 1-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1. Co(II)-1,2-ONT-Am və 2,3-Ant-Am komplekslərinin analizinin nəticələri

Kompleks	Kompleksin formulu	Miqdarı, %, hesab./tapıl.					Co:R:A m
		Mr	Co	C	N	H	
[Co(1,2-OHT) ₂] _n H ₂ O	[Co(C ₁₁ H ₆ O ₃) ₂]3H ₂ O	485,40	12,20/12,10	54,43/54,50	–	3,703,50	1:2
DipyH ₂ ²⁺ [Co(1,2-ONT) ₂]	(C ₁₀ H ₈ N ₂ H ₂ [Co(C ₁₁ H ₆ O ₃) ₂]	589,55	10,02/ 10,08	65,20/ 64,90	4,75/ 4,88	3,73 3,54	1:2:1
[Co(dipy) (1,2-ONT)]	[Co(C ₁₀ H ₈ N ₂)(C ₁₁ H ₆ O ₃)]	559,56	10,55/ 10,70	66,55/ 66,40	10,02 9,86	3,95 3,80	1:1:1
[Co(dipy)(2,3-Ant)]	[Co(C ₁₀ H ₈ N ₂)(C ₁₅ H ₈ O ₃)]	609,63	9,75 9,56	68,96 68,64	9,20 9,52	3,97 3,84	1:1:1
[Co(1,2-ONT) ₂](PyH) ₂	[Co(C ₁₁ H ₆ O ₃) ₂](C ₅ H ₅ NH) ₂	591,38	9,98 10,10	64,93 64,86	4,73 4,60	4,10 4,21	1:2:2
[Co(Py) ₂ (1,2-ONT)]	[Co(C ₅ H ₅ N) ₂](C ₁₁ H ₆ O ₃)]	403,23	14,63 14,74	62,50 61,88	6,94 6,98	3,99 4,20	1:1:2
[Co(1,2-ONT) ₂](HAmPy) ₂	[Co(C ₁₁ H ₆ O ₃) ₂](C ₅ H ₇ N ₂) ₂	621,56	9,50 9,44	61,84 61,96	9,02 9,00	4,204,00	1:2:2
[Co(1,2-ONT) ₂](HTBA) ₂	[Co(C ₁₁ H ₆ O ₃) ₂](C ₆ H ₅ CH ₂) ₃ NH ₂	1007,90	5,855,50	76,19 76,70	2,772,66	5,75 5,94	1:2:2
[Co(phen)(1,2-ONT)]	[Co(C ₁₂ H ₈ N ₂)(C ₁₁ H ₆ O ₃)]	658,44	9,24 9,48	62,03 62,24	8,778,30	3,44 3,56	1:1:1
[Co(2,3-Ant) ₂](AnH) ₂	[Co(C ₁₅ H ₈ O ₃) ₂](C ₆ H ₅ NH ₃) ₂	728,90	8,19 8,06	70,00 69,80	3,98 3,84	4,444,36	1:2:2

Kobalt (III) ionunun MLK-ni almaq və tərkibini müəyyənləşdirmək üçün əvvəlcə onu oksidləşdirmək və komplekslərini almaq lazım gəlir. Ədəbiyyatda [12; 9] göstərilir ki, Co(II) ionu 3%-li H₂O₂, K₂S₂O₈, NaNO₂, KNO₂ ilə qələvi mühitdə oksidləşdirilərək qonur qara rəngli Co(OH)₃ çöküntüsü alınır. Alınan çöküntü yuyulub təmizləndikdən sonra az miqdar qatı CH₃COOH həll edilir və alınan məhluldan istifadə edilərək Co(III) ionunun kompleksləri alınır. Bu üsulla apardığımız işlər metodun əlverişli olmadığını, itkiyə yol verildiyini və uzun vaxta aparıldığını göstərdi.

Digər üsul – kompleks əmələgətirici liqandların iştirakı ilə optimal şəraitdə kobalt (II) ionu Co(III) ionuna oksidləşir və kompleks əmələ gətirərək stabilləşir. Bu üsul əlverişli və asan icra olunur. Bu məqsədlə 50 ml-lik stəkana metala görə qatılığı 1,69·10⁻³ M kobalt məhlulu tökülür, onun üzərinə

1,2-ONT və ya H_2Ant turşularının spirtdə məhlulu və ya həmin turşuların natrium duzunun suda doymuş məhlulu, $NaJO_4$ və ya KJO_4 əlavə edilir və $pH > 8$ yaradılır və məhlulun pH -ı pH -673 markalı pH -metrlə ölçülür. Alınan qarışığa hidrofobaminin suda və ya spirtdə məhlulu əlavə edilir. Qarışığa 20-30 ml su əlavə edilib, sakit buraxılır. Alınan çöküntü 6-8 saatdan sonra göy zolaqlı süzgəc kağızından süzülür, spirt və su ilə yuyulur, $105-110^{\circ}C$ temperaturda sabit çəkiyə gətirilir. Alınan çöküntüdən müəyyən qədər götürülür və kimyəvi analiz aparılır [12]. Kobaltın (III) miqdarı 1-nitrozo-2-naftol ilə təyin edilmişdir [13, s.111]. 1-nitrozo-2-naftol ilə qələvi mühitdə $Co(III)$ -ün təyini zamanı reagent oksidləşdirici təsir göstərmir və reagentin reduksiyası prosesi getmədiyindən əlavə qarışıqlar əmələ gəlmir. MLK-in kimyəvi analizinin nəticələri 2-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 2. $Co(III)$ -2,3-Ant-Am, $Co(III)$ -1,2-ONT-Am komplekslərinin kimyəvi analizinin nəticələri

Kompleks	Kompleksin formulu	Miqdarı, %, hesab./tapıl.					Co:R:Am
		Mr	Co	C	N	H	
$[Co(o-AmPy)_2(1,2-ONT)_2](HAmPy)$	$[Co(C_5H_4N_2H_2)(C_{11}H_7O_3)_2](C_5H_4N_2H_3)$	622,36	9,48 9,50	61,70 61,30	8,98 9,0	3,21 3,10	1:2:2
$[Co(2,3-Ant)_3(DFQH^+)_3]$	$[Co(C_{15}H_8O_3)_3(C_6H_5-NH)_2-C=NH_2)_3]$	1404,56	4,21 4,26	71,85 71,90	8,95 8,90	2,70 2,76	1:3:3
$[Co(2,3-Ant)_2(DFQH^+)]$	$[Co(C_{15}H_8O_3)_2(C_6H_5-NH)_2C=NH_2]$	743,77	7,93 7,98	69,44 69,50	5,64 5,62	4,04 4,10	1:2:1
$[Co(2,3-Ant)_2(o-AmPy)](HAmPy)$	$[Co(C_{15}H_8O_3)_2(C_5H_4N_2H_3)_2]$	814,0	7,257,32	66,33 66,30	10,32 10,42	4,20 4,26	1:2:2
$[Co(Py)_2(2,3-Ant)_2](PyH^+)$	$[Co(C_5H_5N)_2(C_{15}H_8O_3)_2](C_5H_5NH^+)$	770	7,74 7,80	70,20 70,42	5,50 5,70	4,20 4,16	1:2:3
$[Co(o-FDA)_2(2,3-Ant)_2](o-FDAH)$	$[Co(C_6H_8N_2)_2(C_{15}H_8O_3)_2]$	748,28	7,90 8,10	67,40 67,34	7,50 7,62	4,31 4,26	1:2:2
$[Co(2,3-Ant)_3] \cdot 3H_2O$	$[Co(C_{15}H_8O_3)_3] \cdot 3H_2O$	821,75	7,20 7,30	65,70 65,90	—	2,90 2,96	1:3

$Co(II)$ və $Co(III)$ ionları pH -in qiymətindən asılı olaraq rəngli MLK əmələ gətirir və asanlıqla ekstraksiya olunurlar, uzun müddət qaldıqda dəyişiklik baş vermir. Kinetik cəhətdən davamlı olub, analitik forma kimi digər elementlərin iştirakı ilə kobaltın təyininə imkan verir.

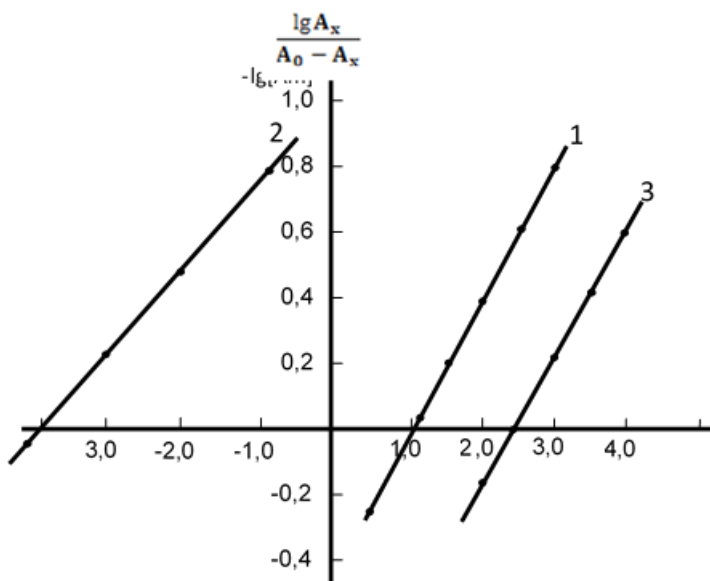
Kimyəvi analizlə yanaşı komplekslərin tərkibində komponentlərin molyar nisbəti izomolyar seriya, nisbi çıxım, tarazlığın yerdəyişməsi və molyar nisbətlər metodu ilə də tapılmışdır [10]. İzomolyarseriya metodu ilə eyniliqandlı komplekslərin (Co :1,2 - ONT və Co :2,3-Ant) tərkibi təyin edilmişdir. $Co(II)$ 1,2-ONT, 2,3-Ant, Dipy, Py, phen və An komplekslərinin tərkibini təyin etmək üçün $Co(II)$:Dipy, $Co(II)$:Py, $Co(II)$:phen nisbəti molyar nisbətlər və tarazlığın

yerdəyişməsi metodları ilə təyin edilmişdir. Kobaltın (II) 1,2-ONT və 2,3-Ant (H_2R) turşularına olan nisbətini müəyyən etmək üçün kobaltın metala görə qatılığı ($1,69 \cdot 10^{-3} M$) sabit saxlanılmaqla, turşuların qatılığı ($2 \cdot 10^{-3} - 1,510^{-2} M$) dəyişdirilir. Aminlərin (Dipy, Py, phen, An) qatılığı bütün təcrübələrdə eyni ($0,06 M$) və sabit saxlanılır. Hər kompleksin alınmasının optimal pH-ı yaradılır, 5 ml xloroformla ekstraksiya edilərək, ekstraktın optiki sıxlığı, hər kompleks üçün müəyyən edilmiş dalğa uzunluğunda ölçülür. Alman nəticələrə əsasən $A/[Am]/Co$ asılılıq qrafiki qurulur (Şəkil 1). $Co(II):Am$ molyar nisbətini təyin etmək üçün metal və reagentin optimal qatılığı sabit saxlanılaraq Am-lərin qatılığı dəyişdirilir.

Tarazlığın yerdəyişmə metodunda alınan nəticələrə əsasən $\lg \frac{A_x}{A_0 - A_x}$ -in

$\lg[Am]$ və $\lg \frac{A_x}{A_0 - A_x}$ -in $\lg[R]$ -dən asılılıq qrafiki qurulur (Şəkil 2).

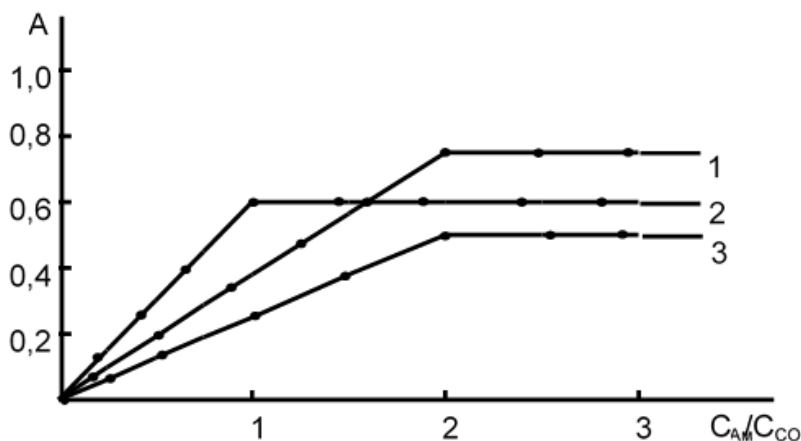
($C_{R_{2-}} = C_{2,3-Ant}$ və $C_{1,2-ONT}$) Burada $tga=n$ -in qiyməti kompleksdə reagentin və aminin kompleksə daxil olan mol miqdarı olacaqdır.



Şəkil 1. Molyar nisbətlər metodu ilə komplekslərdə komponentlərin molyar nisbətinin təyini. 1 - $Co(II):1,2-ONT=1:2$; 2 - $Co(II):1,2-ONT=1:1$; 3 - $Co(II):2,3-Ant =1:2$.

Kobalt (III) ionunun suda məhlulunda xassələri spektrofotometrik öyrənilmişdir [11, s.52]. Müəyyən edilmişdir ki, $Co(III)$ ionu asanlıqla reduksiya olunur və qüvvətli oksidləşdiricidir. Kobaltın (III) qatılığı çox

olduqda 2,3-Ant turşusunun natrium duzunun suda doymuş məhlulu və aminlə yaşılmıtlı-mavi rəngli kompleks əmələ gətirir və davamlıdır. Ədəbiyyatda [11, s. 53] göstərilir ki, Co(III) ionu əmələ gələn zaman üzvi reagentlərlə kompleksə daxil olduqda davamlı olur. Bunu əsas tutaraq işdə Co(II)-nin Co(III)-ə oksidləşməsi 2,3-Ant turşusunun natrium duzunun suda məhlulu, aminin optimal qatılığı və optimal pH-da ($\text{pH} > 8$) NaJO_4 və ya KJO_4 kristalları (30-50 mq), yaxud 30%-li H_2O_2 -dən 5-6 damcı əlavə edilməklə aparılmış və xloroformla ekstraksiya olunmuşdur.



Şəkil 2. Tarazlığın yerdəyişmə metodu ilə xloroform ekstraktmda 1 - $\text{Co}^{II}(1,2\text{-ONT}):An(1:2)$, 2 - $\text{Co}^{II}(1,2\text{-ONT}):Dipy(1:1)$; 3 - $\text{Co}^{II}(1,2\text{-ONT}):Py(1:2)$ nisbətinin təyini. $C_{1,2\text{-ONT}} = C_{Am} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.

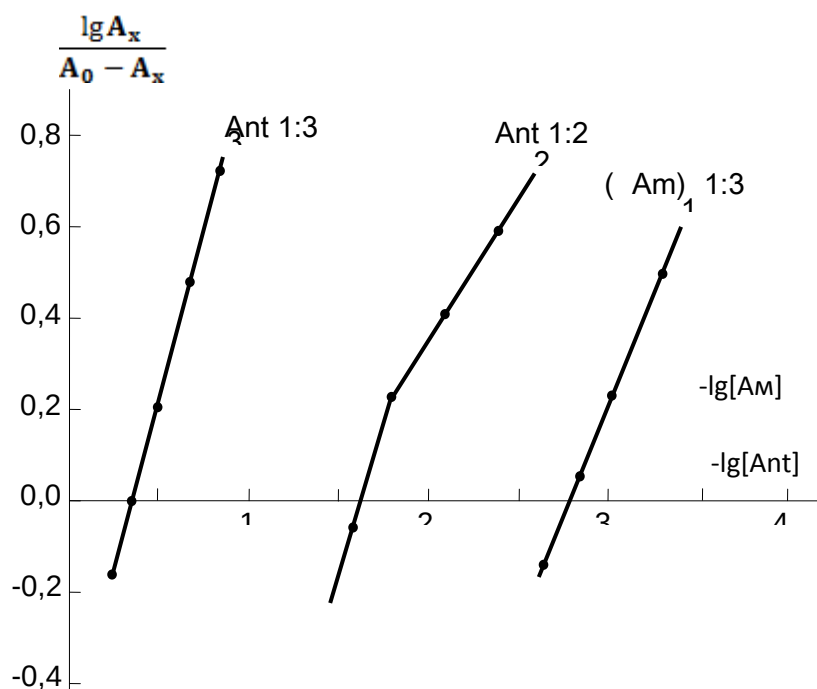
Kobalt (III) MLK-nin tərkibi kimyəvi analizlə yanaşı spektrofotometrik metodlarla da təyin edilmişdir [10]. Tarazlığın yerdəyişməsi metodu ilə CO(III)-2,3-Ant-Am komplekslərinin tərkibi aşağıdakı metodika ilə təyin edilmişdir.

Ölçü silindrinə metala görə qatılığı $1,69 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ olan $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ məhlulu tökülür, onun üzərinə 2,3-Ant turşusunun natrium duzunun suda 0,1 M məhlulundan müxtəlif miqdarda və oksidləşdirici (NaJO_4) əlavə edilir.

Qarışığa aminin növündən asılı olaraq onun sabit olmaqla 5 ml (0,1-0,25 M) qatılıqlı məhlulları tökülür, optimal pH yaradılır ($\text{pH} \geq 8$ olmalıdır) və 5 ml xloroformla ekstraksiya edilərək ekstraktın optiki sıxlığına əsasən $\lg \frac{A_x}{A_0 - A_x}$ -in

– $\lg[2,3\text{-Ant}]$ -dan asılılıq qrafiki qurulur (şə. 3). Co(III):2,3-Ant nisbəti $tga=n$ qiymətinə bərabər olacaqdır. Co(III)-ü naminə olan molyar nisbətini tapmaq üçün metal və digər reagentlərin qatılığı sabit saxlanılır, aminlərin dəyişən

miqdarı götürülür. Alınan nəticələrə görə $\lg \frac{A_x}{A_0 - A_x}$ -dən $-\lg[Am]$ asıllıq qrafiki qurulur (Şəkil 3). Qrafikdə tga=n qiyməti Co(III):Am olan molyar nisbəti olacaqdır.



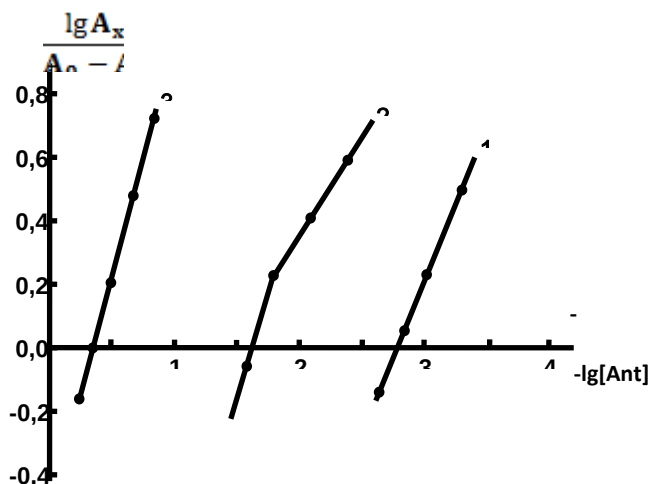
Şəkil 3. Tarazlığın yerdəyişməsi metodu ilə xloroform ekstraktında: $Co^{III}Am = 1:3$. 1 - $Co^{III}(1,2-ONT)_2$; $o-AmPy=1:3$ (pH 9,0, 590 nm); 2 - $Co^{III}(2,3-Ant)_3:An=1:3$ (pH 6-8, 575 nm); 3 - $Co^{III}(2,3-Ant)_3:DFQ=1:3$ (pH 8-11,0, 640 nm), 4 - $Co^{III}(2,3-Ant)_2:Py=1:3$ (pH 11,0, 620 nm) ($C_{Co}=1,69 \cdot 10^{-3} M$; $C_{2,3-Ant}=1,5 \cdot 10^{-2} M$, $C_{Am}=(2-2,5) \cdot 10^{-2} M$, FEK-56M; $l=0,5$ sm).

MLK-də komponentlərin molyar nisbəti Co(II)-1,2-ONT pH 4,0-6,6; Co(II)-AntpH 5,0-5,5; Co(II)-1,2-ONT-TBA 4,5-6,6; Co(II)-Ant-AnpH 6-8-də Co(II):1,2-ONT-PypH 4-6-da Co(II)-1,2-ONT-phen pH 5-6; Co(II)-1,2-ONT-dipy pH 4,5-5,8; 1,2-ONT (Ant):Am=1:2:2 kimidir.

Nəticələrin təhlili:

Kobalt (III) ionunun MLK-də molyar nisbəti Co(III)-2,3-Ant-DFQpH 4-8 (1:2:1), Co(III)-2,3-Ant-DFQpH 8,5-12,6 (1:3:3), Co(III)-2,3-Ant-o-AmPypH 8-12,6 (1:2:3), Co(III)-2,3-Ant-PypH 9-11,0 (1:2:3) olduğu müəyyən edilmişdir. Alınan nəticələr (Şəkil 3) göstərir ki, Co(III) ionunun aromatik hidroksi turşular

(1,2-ONT; 2,3-Ant) və hidrofob aminlərlə MLK-ı əsasən qələvi mühitdə alınır. Həmin komplekslərdə Co(III):Am=l:2 və l:3 kimidir. Bu da həmin komplekslərin tədqiqinə imkan verir. Komplekslərin əmələ gəldiyi optimal şəraitdə (pH 4-13) hidroksi turşular məhlulda bir və iki yüklü anionlar [13; 12], hidrofobaminlərin isə həm protonlaşmış kation, həm də molekulyar formada olduğu müəyyən edilmişdir.



ƏDƏBİYYAT

1. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. М.: Высшая школа. 1972, с.20-21.
2. Пешкова В.М., Громова М.И. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. М.: Высшая школа, 1976, с.160-162.
3. Лазарев А.И. Органические реагенты в анализе металлов. М.: Металлургия, 1980, с. 66-70.
4. Бургер К. Органические реагенты в неорганическом анализе. М.: Мир, 1975, с.59-62
5. Перин Д. Органические аналитические реагенты /Пер. с англ. Под ред. Золотова Ю.А. М.: Мир, 1967, 407 с.
6. Qurbanov Ə.N., Salahova F.İ. Kobaltın oksinaftoy-dipiridil kompleksinin spektrofotometrik tədqiqi//Kimya problemləri jurnalı. 2008, №4, s. 681-685
7. Гурбанов А.Н. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования меди (II) с 1-бром-2-окси-3-нафтойной кислотой и анилином //Изв. ВУЗов «Химия и хим. технология». 2000, т.43, №2, с.76-80.

8. *Насруллаева Т.М.* Синтез, строение и свойства координационных соединений переходных металлов с производными β-аланина // Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Баку, 2007, 22 с.
9. *Мельчакова Н.В., Пешкова В.М.* Ассортимент реактивов на кобальт. М.: НИИТЭхим, 1970, 61 с.
10. *Булатов М.И., Калинин И.П.* Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. М.; Химия, 1976, с.210-226.
11. *Терни Т.* Механизм реакций окисления – восстановления. Пер. с англ. к.х.н., К.Н.Никитина. М.: Мир, 1968, с.51-57.
12. *Lavanant H., Hecquet E., Hoppiliard Y.* Complexes of 1-histidine with Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} . Studied by electrospray ionization mass spectrometry // *Inter. J. Mass. Spect.* 1999, v.185/186/187, p.11-13
13. *Скогарева Л.С., Минаева Н.А., Филиппова Т.В.* Пероксоди сульфаты фенантролинов железа (III), кобальта (II, III) и никеля (II) // *Коорд. химия*, 2007, т.33, №5, с.333-337.

Redaksiyaya daxil olub 14.01.2022