

**ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ
ВАНАДИЯ(V) В РАЗНОЛИГАНДНОЙ СИСТЕМЕ****Р.А.АЛИЕВА, Г.Г.АББАСЗАДЕ, Ф.М.ЧЫРАГОВ**

Спектрофотометрическим методом исследовано комплексообразование ванадия(V) с 2,3,4-триоксифенил-азо-5'-сульфонафтолином (R) в присутствии и отсутствии третьего компонента.

Одним из способов повышения чувствительности и избирательности реакции, используемых в аналитической химии является применение разнолигандных комплексов [1]. Поэтому, нами изучено комплексообразование ванадия(V) с 2,3,4-триоксифенил-азо-5'-сульфонафтолином (R) в присутствии и отсутствии третьего компонента фенантролина (Фен), диантипирилметана (ДАМ) и цетилтриметиламмония бромид (ЦТМАВr). Разработана методики определение ванадий в указанных объектах непосредственно в аликвоте пробы.

Экспериментальная часть

В работе использовали $1 \cdot 10^{-3}$ М водный раствор соли NH_4VO_3 . $2 \cdot 10^{-3}$ М раствор 2,3,4-триоксифенил-азо-5'-сульфонафтолина был приготовлен растворением необходимого количества реагента в дистиллированной воде. Растворы фенантролина, диантипирилметана и цетилтриметиламмония бромид готовили растворением их рассчитанных навесок в водно-этанольной смеси ($1 \cdot 10^{-2}$ М).

Все использованные в работе реагенты имели квалификацию «ч.д.а.» или «х.ч.» Для создания различной кислотности применяли фиксанал HCl (pH 0-2), ацетатно-аммиачные буферные растворы (pH 3-11) и NaOH (pH 12-14). Значение pH измеряли на иономере «И 130» со стеклянным электродом. Постоянную ионную силу ($\mu=0,1$) создавали раствором KCl. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре Perkin Elmer «Lambda-40» и фотоколориметре КФК-2 при толщине слоя 1 см.

Результаты и их обсуждение

Известно [2], что V(V) в водных растворах существует в различных формах. В кислой среде (~ pH 2) V(V) существует в катионной форме в виде VO_2^+ , в еще более кислых средах в виде VO^{3+} [3]. Для поддержания в используемом растворе ионов V(V) в виде VO^{3+} , раствор NH_4VO_3 подкисляли концентрированной азотной кислотой.

Ванадий (V) образует окрашенные комплексные с 2,3,4-триоксифенил-азо-5'-сульфонафтолином в широком интервале кислотности соединения с макси-

мальным светопоглощением при 440,88 нм, а сам реагент поглощает при 378,98 нм. Оптимальное комплексообразование V(V)-R наблюдается при pH 5 (рис.1).

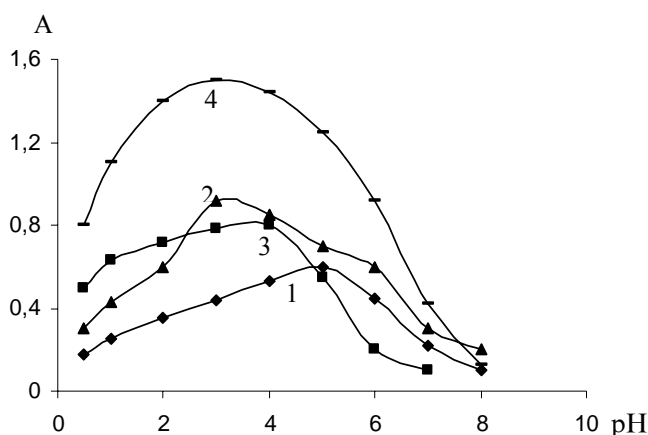


Рис. 1. Влияние pH среды на комплексообразование ванадия(V)
 1- V(V)-R, 2- V(V)-R-Фен, 3- V(V)-R-ДАМ $C_{Me}=1 \cdot 10^{-3} M$, 4-
 V(V)-R₃-СТМАВг, $C_{Me}=5 \cdot 10^{-4} M$. КФК-2,
 $l=1 см$

При введении третьего компонента (Т.к.) в систему V(V)-R образуются смешаннолигандные комплексы V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R-ЦТМАВг. Изучение зависимости светопоглощения разнолигандных комплексов от pH среды показало, что с их образованием максимальный выход комплексов сдвигается в кислую среду. pH_{opt} комплексообразования для комплексов V(V)-R-Фен и V(V)-R-ЦТМАВг равно 3, а для комплекса V(V)-R-ДАМ равно 4. Максимальное поглощение комплексов V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R-ЦТМАВг наблюдается при 436,97; 446,95; 447,24 нм соответственно.

Исследовано влияние концентрации реагента и третьего компонента на образование бинарного и разнолигандных комплексов ванадия(V). Установлено, что для полного связывания ионов ванадия (V) в бинарный комплекс V(V)-R необходимо 2 мл $2 \cdot 10^{-3} M$ раствора R, а в разнолигандные комплексы 2,5 мл $2 \cdot 10^{-3} M$ раствора R, для V(V)-R-Фен $1 \cdot 10^{-2} M$ 1,2 мл Фен, V(V)-R-ДАМ $1 \cdot 10^{-2} M$ 1мл ДАМ, а для V(V)-R-ЦТМАВг необходима $1 \cdot 10^{-2} M$ 1мл ЦТМАВг.

Изучение зависимости оптической плотности комплексов от времени и температуры показало, что бинарный и разнолигандные комплексы ванадия (V) образуются в течение 15 минут после сливания растворов компонентов, но образующиеся комплексы отличаются по устойчивости. Так, если бинарный комплекс V(V)-R устойчив в течение двух часов и при нагревании до $50^{\circ}C$, то разнолигандные комплексы V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R-ЦТМАВг устойчивы в течение более чем суток и при нагревании до $70^{\circ}C$.

Для установления молярных соотношений компонентов в комплексах использовали методы изомолярных серий, сдвига равновесия и относительного выхода Старика-Барбанеля [4]. Результаты всех методов показали, что в бинарном комплексе соотношение V:R=1:2, а в разнолигандных комплексах V(V)-R-Фен=1:1:1 и V(V)-R-ДАМ=1:1:1 и V(V)-R-ЦТМАВг равен 1:2:1.

Вычислена устойчивость бинарного комплекса ванадия(V) с этим реактивом методом потенциометрического титрования. А для этого нужно вычислить константы диссоциации реагента. Для расчета константы диссоциаций реагента использовали уравнение [5] по методу потенциометрического титрования.

$$K_1 = \frac{[H^+]\{\alpha C_R + [H^+] - [OH^-]\}}{(1 - \alpha)C_R - [H^+] + [OH^-]}$$

$$K_2 = \frac{[H^+]\{(\alpha - 1)C_R + [H^+] - [OH^-]\}}{(2 - \alpha)C_R - [H^+] + [OH^-]}$$

$$K_3 = \frac{[H^+]\{(\alpha - 2)C_R + [H^+] - [OH^-]\}}{(3 - \alpha)C_R - [H^+] + [OH^-]}$$

где $[H^+]$ -равновесная концентрация иона водорода; $[OH^-]$ -равновесная концентрация гидроксильный ионы; C_R -общая концентрация кислоты, которая титруется; α -концентрация введенной щелочи.

pH-метрическое титрование смесей реагенты и металла проводили в водной среде при соотношении Me:R=1:1 и при температуре 25°C. Объем титруемых растворов составлял 50 см³ с содержанием 1·10⁻³ мол/л ванадий(V) и реактива. Ионную силу растворов поддерживали постоянной ($\mu=0,1$) введением рассчитанного количества KCl. Титрантом служил 1·10⁻² мол/л раствор едкого калия, свободного от углекислоты. Растворы перемешивали с помощью магнитной мешалки с пропуском азота.

Вычислено, что константы диссоциации реагента равны $pK_1=6,24\pm 0,04$; $pK_2=7,45\pm 0,02$; $pK_3=8,63\pm 0,01$. Из литературы [6] известно, что pK_1 , pK_2 , pK_3 характеризуют отщепление иона водорода в группе OH, которые находятся о-, м-, п-положении к азоту соответственно. Поэтому, при вычислении констант устойчивости в формуле (1), использовали значение pK_1

Для построения диаграммы распределения раствора реагента использовали уравнении

$$\alpha_{H_3R} = \frac{[H^+]^3}{[H^+]^3 + K_{H_3R}K_{H_2R^-}[H^+]^2 + K_{H_3R}[H^+] + K_{H_3R}K_{H_2R^-}K_{HR^{2-}}};$$

$$\alpha_{H_2R^-} = \frac{K_{H_3R}[H^+]^2}{[H^+]^3 + K_{H_3R}K_{H_2R^-}[H^+]^2 + K_{H_3R}[H^+] + K_{H_3R}K_{H_2R^-}K_{HR^{2-}}};$$

$$\alpha_{HR^{2-}} = \frac{K_{H_3R}K_{H_2R^-}[H^+]}{[H^+]^3 + K_{H_3R}K_{H_2R^-}[H^+]^2 + K_{H_3R}[H^+] + K_{H_3R}K_{H_2R^-}K_{HR^{2-}}};$$

$$\alpha_{R^{3-}} = \frac{K_{H_3R}K_{H_2R^-}K_{HR^{2-}}}{[H^+]^3 + K_{H_3R}K_{H_2R^-}[H^+]^2 + K_{H_3R}[H^+] + K_{H_3R}K_{H_2R^-}K_{HR^{2-}}};$$

Результаты вычисления представлены в табл.1.

Таблица 1

Величины мольных долей H_3R , H_2R^- , HR^{2-} , R^{3-} (%)

pH	α_{H_3R}	$\alpha_{H_2R^-}$	$\alpha_{HR^{2-}}$	$\alpha_{R^{3-}}$
4,00	100	0	0	0
5,00	98	2	0	0
6,00	84	16	0	0
7,00	34	66	0	0
8,00	2	38	52	8
9,00	0	2	40	58
10,00	0	0	6	94
11,00	0	0		100

Из рис.2. видно, что кривые пересекаются при pH=6,24, 7,45 и 8,63, что соответствует pK_1 , pK_2 и pK_3 (6,24, 7,45 и 8,63, соответственно). Из табл.1. видно, что реакционной формой реагента в условиях комплексообразования, являются H_3R (95%), содержание которой равно при pH=5. Методом Астахова [8] установлено, что зависимость $\lg \frac{\Delta A}{\Delta A_{np} - \Delta A}$ от pH

(в области pH 4-5), которая, тангенсом угла наклона, равным 2. Следовательно, при взаимодействии ванадий(V) с

молекулой H_3R вытесняется два протона. Из литературы известно [3], что в кислой среде ванадий(V) бывают в виде VO^{3+} , поэтому можно написать реакции ванадий(V) с реагента, которая протекает в нижеприведённой схеме (при pH=5).



При вычислении констант устойчивости бинарного комплекса использовали уравнение [9].

$$K_{yc} = \frac{C_R - [R^-]X}{[R^-]} \quad (1)$$

где $[R^-]$ -равновесная концентрация реагента, которую находили по формуле

$$[R^-] = \frac{\{C_R(1-a) - [H^+] - [OH^-]\}K_{дисс}}{[H^+]}, \quad X = \frac{[H^+]}{K_{дисс}} + 1$$

$C_R=C_V=1 \cdot 10^{-3}$ мол/л; Me:R=1:1; a -точка нейтрализации.

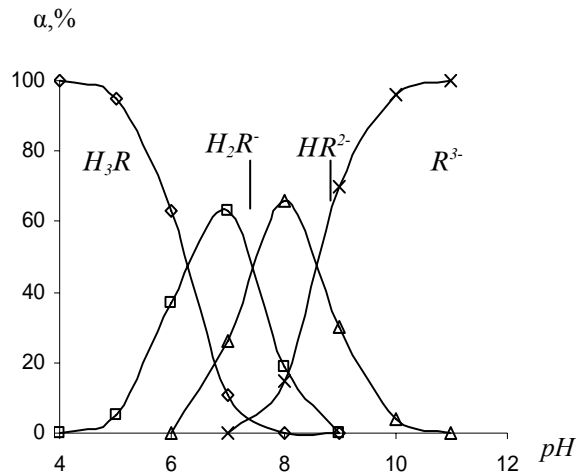


Рис.2. Распределительная диаграмма для раствора реагента.

Методом потенциометрического титрования установлено, что констант устойчивости комплекса равен $\lg K_1 = 5.64 \pm 0.10$.

И также спектрофотометрическим методом вычислены константы устойчивости бинарного и смешаннолигандных комплексов V(V). Для расчета констант устойчивости комплекса V(V)-R использовали метод пересечения кривых [7].

$$K = \frac{C_K}{(C_{Me} - C_K)(C_R - nC_K)^n} \quad Me:R = 1:1 \quad n = 1. \quad C_K = C_{Me} \left(\frac{\Delta A}{\Delta A_{np}} \right)$$

где ΔA -измеренное значение, ΔA_{np} - предельное значение оптической плотности раствора в условиях насыщения при $C_{Me} = \text{const}$. Согласно расчетам константа устойчивости комплекса V(V)-R равна $\lg K_1 = 4.03 \pm 0.04$.

С использованием кривой насыщения $4 \cdot 10^{-5}$ мол/л раствора комплекса V(V)-R раствором третьих компонентов, по методу пересечения кривых [10], были определены константы устойчивости смешаннолигандных комплексов. С этой целью, для нескольких точек кривой насыщения находили равновесную концентрацию (C_K) комплексов (V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R- ЦТМАВг:

$$C_K = C_{V-R} \left(\frac{\Delta A}{\Delta A_{np}} \right) \quad \text{где } \Delta A / \Delta A_{np} - \text{ предельное значение разности оптических}$$

плотностей раствора смешаннолигандного комплекса в условиях насыщения и раствора комплекса V(V)-R при $C_{V-R} = \text{const}$. Затем, по уравнению

$$K_n = \frac{C_K}{(C_{V-R} - C_K)(C_{T.k} - nC_K)^n}$$

были определены константы устойчивости при соотношении компонентов V:R:Т.к.=1:1:1, $n=1$. Значения $\lg K_1$, рассчитанные при постоянном значении C_{V-R} и переменном содержании третьего компонента для V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R- ЦТМАВг равны $\lg K_1 = 6.02 \pm 0.05$, $\lg K_1 = 6.15 \pm 0.04$, $\lg K_1 = 6.47 \pm 0.03$, соответственно.

Методом кондуктометрического титрования изучена электропроводность исследованных комплексов [11]. Установлено, что удельные электропроводности растворов комплексов V(V)-R, V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R- ЦТМАВг при pH 3 равны $6.0 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, $1.8 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ и $1.0 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, соответственно.

Сравнение констант устойчивости и удельных электропроводностей одно- и смешаннолигандных комплексов V(V) показало, что разнолигандные комплексы более устойчивы, чем бинарный.

Молярные коэффициенты поглощения комплексов рассчитаны по методу насыщения и установлено, что ϵ при λ_{opt} комплексов V(V)-R, V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R-ЦТМАВг соответственно равны 15000, 23000, 20000 и 75000.

Подчиняемость закону Бера для комплексов V(V)-R и V(V)-R-ДАМ наблюдается в диапазоне концентрации ванадия (V) 0,20-2,44 мкг/мл, а для комплексов V(V)-R-Фен в интервале 0,051-1,428 мкг/мл и V(V)-R-ЦТМАВг в 0,026-0,51 мкг/мл. Для построения градуировочного графика в колбы емкостью 25 мл вносили различные количества $1 \cdot 10^{-3}$ М раствора ванадия (V) (для комплексов V(V)-R-Фен $5 \cdot 10^{-4}$ М ванадия(V) и V(V)-R-ЦТМАВг $2,5 \cdot 10^{-4}$ М ванадия(V)), добавляли 2,5 мл $2 \cdot 10^{-3}$ М раствора реагента и 1 мл $1 \cdot 10^{-2}$ М ДАМ и ЦТМАВг (1,2 мл Фен $1 \cdot 10^{-2}$ М) разбавляли до метки соответствующим буферным раствором. Опти-

ческую плотность растворов измеряли на приборе КФК-2 при 490 нм в кювете с толщиной слоя $l=1\text{ см}$, относительно раствора холостого опыта (R+Т.к.).

Изучено влияние посторонних ионов и маскирующих веществ на фотометрическое определение ванадия (V) в виде бинарного и разнолигандных комплексов. Установлено, что в присутствии ПАВ значительно увеличивается избирательность реакции. Сравнение данных по избирательности и других спектрофотометрических характеристик с известными методиками фотометрического определения ванадия(V) приведено в табл. Как видно из табл.2, определению ванадия (V) в виде разнолигандных комплексов V(V)-R-Фен, V(V)-R-ДАМ и V(V)-R-ЦТМАВг не мешают более 1000 кратных избытков ионов щелочных,

Таблица 2

Основные характеристики фотометрических методик определения ванадия (V)

Реагенты	pH _{опт}	λ нм	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$	Соотношение V:R, V:R:Тк комплексе	Мешающие элементы (кратные количества)
R	5	490	1,5	1:2	K^+ , Na^+ (4000); Ca^{2+} (100); Ba^{2+} (200); Mg^{2+} (50); Cu^{2+} (130); Co^{2+} (600); Mn^{2+} (110); Zn^{2+} (260); Cd^{2+} (220); Sn^{2+} (120); Al^{3+} (300); In^{3+} (70); Fe^{3+} , Zr^{4+} , Mo^{6+} (1); Ga^{3+} (150); Hf^{4+} (200); Ti^{4+} (80); W^{6+} (20); F^- (80); HPO_4^{2-} (2200); $C_2O_4^{2-}$ (0,3), лимонная кислота (50); винная кислота (3); трилон Б (1).
R-Фен	3	490	1,75	1:1:1	K^+ , Na^+ (5000); Ba^{2+} , Ca^{2+} (1000); Mg^{2+} (100), Co^{2+} (1200); Cu^{2+} (3); Zn^{2+} (1300); Co^{2+} (1200) Mn^{2+} (200); Cd^{2+} (440); Sn^{2+} (10); Al^{3+} (600); Ga^{3+} (150); In^{3+} (100); Fe^{3+} (220); Ti^{4+} (150); Mo^{6+} (20); Zr^{4+} (4); Hf^{4+} (10); W^{6+} (10); F^- (100); HPO_4^{2-} (2800); $C_2O_4^{2-}$ (3), лимонная кислота (100); винная кислота (600); трилон Б (150).
R-ДАМ	4	490	2,00	1:2:1	K^+ , Na^+ (4000); Ba^{2+} , Cd^{2+} (2000); Ca^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} (1000); Mg^{2+} (400); Cu^{2+} (250); Mn^{2+} (400); Sn^{2+} (40); Al^{3+} , Mo^{6+} , лимонная кислота, винная кислота, трилон Б (20); Ga^{3+} (500); In^{3+} (100); Fe^{3+} (12); Ti^{4+} (100); Zr^{4+} (20); Hf^{4+} (10); W^{6+} (10); F^- (100); HPO_4^{2-} (2800); $C_2O_4^{2-}$ (3);.
R- ЦТМАВг	3	490	7,50	1:1:1	K^+ , Na^+ (5000); Ba^{2+} (2700); Ca^{2+} (1000); Mg^{2+} (500), Co^{2+} (3500); Cu^{2+} (15); Zn^{2+} (4000); Mn^{2+} (3500); Cd^{2+} (6600); Sn^{2+} (250); Al^{3+} (1600); Ga^{3+} (280); In^{3+} (450); Fe^{3+} (110); Ti^{4+} (200); Zr^{4+} (360); Mo^{6+} (100); Hf^{4+} (50); W^{6+} (200); F^- (4000); HPO_4^{2-} (5000); $C_2O_4^{2-}$ (270); лимонная кислота (2100); винная кислота (5000); трилон Б (400).
4резорцин +H ₂ O ₂ /8/	0,5	540	1,64	1:1:1	Mn^{2+} , Zn^{2+} , Hf^{4+} (5); Cd^{2+} , Al^{3+} , Ga^{3+} , Zr^{4+} (20); винная кислота (100); Fe^{3+} , Ti^{4+} -м.л.к.*
(2диэтиламино) этиламидбензоат (4-азо-5)-8-оксихинолин /10/	4,5	460	1,9	1:2	K^+ , Na^+ , Ba^{2+} , Ca^{2+} -не м.л.к.*; Co^{2+} (59), Cu^{2+} (1); Zn^{2+} (71); Mn^{2+} (58); Cd^{2+} (487), Al^{3+} (4); Fe^{3+} (5); Ti^{4+} (10); Mo^{6+} , W^{6+} - м.л.к. лимонная кислота (95); трилон Б (8).

м.л.к.- мешают любые концентрации

не м.л.к.- не мешают любые концентрации

щелочно-земельных элементов, Co(II), Mn(II), Zn(II), Cd(II), F⁻, лимонной, винной кислоты и трилона Б.

На основании этих экспериментальных данных установлено, что с увеличением констант устойчивости и уменьшением электропроводности комплексов избирательность реакции повышается.

Сравнение избирательности разработанных методик с известными из литературы показывает, что преимущество наших методик неоспоримо [8-10].

Определение ванадия (V) в почве и горной породе. Для анализа взяли 2 г образца, растворили в смеси 8 мл HF+3 мл HCl+ 1 мл HNO₃. Полученную пасту обработали 3-4 мл HNO₃ при 50-60°C для полной отгонки HF. Затем полученный осадок растворили в дистиллированной воде, перевели в колбу емкостью 50 мл и разбавили дистиллированной водой до метки. Установлено, что содержание ванадия(V) составляет в почве 0,0112%, S_r=0,012; а в горной породе 0,0125%, S_r=0,023.

Определение ванадия (V) в нефтяных шламах. Для анализа взяли 20 г образца и нагревали при 105°C, затем сжигали при 550-650°C. Полученный пепел растворили в смеси 8 мл HF+3 мл HCl+ 1 мл HNO₃. Полученную пасту обработали 3-4 мл HNO₃ при 50-60°C для полной отгонки HF. Затем полученный осадок растворили в дистиллированной воде перевели в колбу емкостью 50 мл и разбавили дистиллированной водой до метки. Установлено, что содержание ванадия (V) в нефтяных шламах составляет $3,2 \cdot 10^{-5}\%$, S_r=0,031.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилипенко А.Т., Тананайко М.М. Разнолигандные и разнометалльные комплексы и их применение в аналит. химии. М.: Химия, 1983. С.222
2. Санников Ю.И., Золотавин В.Л., Безруков И.Я. Исследование гидролиза соединений пятивалентного ванадия. //Журн.неорг. химии. 1963.Т.8. №4. С.923
3. Морачевский Ю.В., Церковницкая И.А. Основы аналитической химии редких элементов. Л.: Изд. ЛГУ., 1980. 132 с.
4. Булатов М.И., Калинин Н.П. Практическое руководство по фотометрическим методом анализа. Л.: «Химия». 1986. 432 с.
5. Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Колпакова И.Д. Комплексоны М.: Химия, 1970. 417 с.
6. Гамбаров Д.Г. Новый класс фотометрических реагентов – азосоединения на основе пирогаллола.// Дисс. на соиск. уч. степ. док. хим. наук. М., 1984, 295 с.
7. Шевченко Ф.Д. Укр.хим.журн., 1965. Т. 31. №2. С.229-232
8. Астахов К.В., Вериникин В.Б., Зимин В.И., Зверькова А.А. Спектрофотометрическое изучение комплексообразования некоторых редкоземельных элементов с нитрилотриуксусной кислотой. Журн. Неорг. химии, 1961. Т.6. С.2069-2076
9. Chaberek S., Martell A.E. /Stability of metal chelate iminodiacetic and iminodipropionic acids. // J.Am.Chem.Soc. 1952.V.74.P.5052-5054
10. Проблемы химии и применения β-дикетонатов металлов. Отв. ред. акад. В.И.Спицын. М.: «Наука» 1982. 264 с.
11. Худякова Т.А., Крешков А.П. Теория и практика кондуктометрического и

- хронокондуктометрического анализа. М.: «Химия». 1976. 304 с.
12. **Багдасаров К.Н., Ахметова Х.А., Тагаев О.А.** Фотометрическое определение ванадия с помощью 4(2-пиридилазо)-резорцина в присутствии перекиси водорода // Завод. лаб. 1969. Т.35. №1, С.12
 13. **Хольцбехер З., Дивиш Л., Крал М., Шука Л., Влчил Ф.** Органические реагенты в неорганическом анализе. М.: Мир 1979.-752 с.
 14. **Мищерякова Н.Г.** Азопроизводные 8-оксихинолина как аналитические реагенты для спектрофотометрического определения ванадия. //Авт. дисс. на соиск. уч. степеней канд. хим. наук, Свердловск, 1978. 23 с.

VANADIUM(V) MÜXTƏLİFLİQANDLI SİSTEMLƏRDƏ KOMPLEKSƏMƏLƏGƏTİRMƏSİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

R.Ə.ƏLİYEVƏ, G.H.ABBASZADƏ, F.M.ÇİRAQOV

ANNOTASIYA

Spektrofotometrik metodla vanadium(V)-un 2,3,4-trioksifenilazo-5'-sulfo naftalinlə üçüncü komponent iştirakında və iştirakı olmadan kompleksəmələgətməsi tədqiq edilmişdir.

STUDY OF COMPLEX FORMATION OF VANADIUM(V) IN VERIOUS LIGANDED CYCTEM

R.A.ALIEVA, G.H.ABBACZADE, F.M.CHIRAQOV

ABSTRACT

It has been investigated the complex formation with 2,3,4-trioxyphenylazo-5'-sulpho naphthalene by the spectrophotometric method in presence and in absense of third component.