

Методом рентгенофазового анализа установлено, что экзотермический эффект при 800° связан с кристаллизацией образовавшегося при нагревании ортобората неодима  $\text{NdBO}_3$  (табл. 1). В зависимости от молярного соотношения исходных веществ (1 : 1, 1 : 2, 1 : 3) образуются продукты различного состава (табл. 2). Продукты термического разложения исследовали, определяя содержание РЗЭ путем титрования трилоном Б по известной методике [9], содержание бора — титрованием  $\text{NaOH}$  в присутствии маннита [10]. На основании данных химического анализа составлена табл. 3.

Образующиеся продукты термического разложения испытывали на устойчивость воздействия воды и щелочей. Установлено, что ортоборат неодима  $\text{NdBO}_3$  является очень устойчивым веществом: не разлагается водой и растворами щелочей на холоде и при кипячении, в то время как метаборат неодима  $\text{Nd}(\text{BO}_2)_3$  под воздействием щелочей разрушается полностью.

Таким образом, изменяя молярные соотношения компонентов смеси, можно целенаправленно регулировать состав продуктов реакции. При молярном соотношении пропилата неодима и борной кислоты 1 : 1, при нагревании до 800°, образуется однофазовый продукт, состоящий из ортобората неодима  $\text{NdBO}_3$ .

1. Levin E. M., Robbins C. R. Synthesis and some properties of borates.— J. Amer. Ceram. Soc., 1961, **44**, N 1, p. 84—89.
2. Джуринский Б. Ф., Гохман Л. З., Осико В. А. Синтез и исследование люминесцентных свойств твердых растворов  $\text{Tb}_x\text{Ce}_{1-x}\text{BO}_3$ .— Изв. АН СССР. Сер. неорган. материалы, 1982, **18**, № 1, с. 1739—1740.
3. Levin E. M., Roith R. S. Synthesis of borates.— Amer. Miner., 1961, **46**, N 3, p. 1030—1031.
4. Тананаев И. В., Беляков И. М. Взаимодействие окислов неодима и церия с натриево-боратными расплавами.— Изв. АН СССР. Неорган. материалы, 1966, **2**, № 1, с. 165—166.
5. Исупова Е. Н., Лилеев И. С. Синтез и некоторые свойства боратов лантана.— Там же, 1965, **1**, № 2, с. 222—224.
6. Masdijasni K. S., Lynch C. T. The preparation and some properties of yttrium, dysprosium and ytterbium alhoxides.— Inorg. Chem., 1966, **5**, N 3, p. 342—344.
7. Уэндландт У. Термические методы анализа.— М.: Мир, 1978.—528 с.
8. Sinha R. N. Thermal decomposition of alhoxides.— Sci. and Cult., 1960, **25**, N 1, p. 494—495.
9. Методы определения анализа редких элементов / Под ред. А. В. Виноградова.— М.: Изд-во АН СССР, 1961.—200 с.
10. Шарло Г. Методы аналитической химии.— М.: Химия, 1965.—976 с.

Ин-т общ. и неорган. химии АН УССР,  
Киев

Поступила 16.07.84

УДК 546.742—386:547.497.1

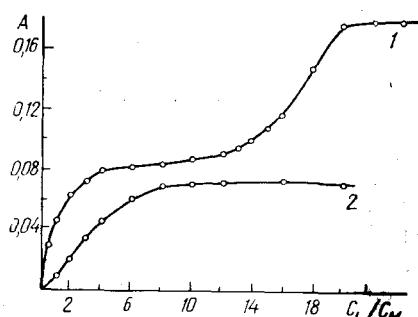
## КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НИКЕЛЯ (II) С 4-ФЕНИЛТИОСЕМИКАРБАЗИДОМ

А. И. Присяжнюк, Т. В. Кокшарова

Сведения о комплексообразовании  $\text{Ni}^{2+}$  с 4-фенилтиосемикарбазидом ( $L$ ) ограничиваются данными о существовании в водном растворе комплексов состава  $\text{Ni} : L = 1 : 2$  [1]. Цель настоящей работы — спектрофотометрическое исследование комплексообразования  $\text{Ni}^{2+}$  с 4-фенилтиосемикарбазидом в смешанных 80 %-ных водно-органических средах (acetон, ТГФ, ДМФА), а также синтез соответствующих комплексов и изучение донорной способности лиганда по отношению к иону никеля (II).

Нами были использованы хлорид, нитрат никеля (II) и 4-фенилтиосемикарбазид марки «х. ч.». Оптическую плотность растворов изме-

ряли на приборе СФ-26 в кюветах толщиной 1 см (для ацетоновых растворов) и 2 см (для растворов в ТГФ и ДМФА) при  $20 \pm 0,5^\circ$  с концентрацией  $\text{NiCl}_2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л и переменной концентрацией лиганда от  $1 \cdot 10^{-3}$  до  $4 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Ионную силу ( $\mu = 0,1$ ) создавали перхлоратом натрия (1 моль/л). В синтезированных соединениях определяли содержание никеля трилонометрически [2], азота — по Дюма [3], серы — по Шенигеру со взвешиванием в виде сульфата бария [3]. Электропроводность диметилформамидных растворов комплексов измеряли с помощью моста переменного тока Р 5010. Концентрации комплексов составляли  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л. ИК-спектры изучали на приборе «Perkin—Elmer-577» в виде таблеток с бромидом



Зависимость оптической плотности системы  $\text{NiCl}_2$ —4-фенилтиосемикарбазид от концентрации лиганда: 1—80 %-ный ДМФА ( $\lambda = 590$  нм); 2—80 %-ный ТГФ ( $\lambda = 580$  нм).  $C_{\text{NiCl}_2} = 1 \times 10^{-3}$  моль/л;  $l = 2$  см;  $\mu = 0,1$  ( $\text{NaClO}_4$ ).

калия. Спектры диффузного отражения (СДО) регистрировали на спектрофотометре «Specord 40 M» с приставкой  $8^\circ/d$ , стандарт  $\text{MgO}$ ,  $\beta_{\text{MgO}} = 100\%$ . Измерение магнитной восприимчивости проводили методом Гуи [4]. Термогравиограммы снимали на дериватографе системы «Paulik — Paulik — Erdey» в незащищенной атмосфере, скорость нагрева 5 град/мин.

Спектрофотометрическое исследование комплексообразования в растворах проводили методом сдвига равновесия. В качестве примера на рисунке приведены кривые зависимости оптической плотности раствора от концентрации лиганда в системе Ni(II) — L для растворов в 80 %-ном ДМФА и ТГФ. Кривые насыщения имеют плавный характер, что не позволяет непосредственно определить состав комплекса. Поэтому состав определен по тангенсу угла наклона прямой в координатах

$\lg \frac{A_x}{A_{\max} - A_x} - \lg C_L$ , где  $A_x$  — оптическая плотность комплекса;  $A_{\max}$  — максимальное значение оптической плотности;  $C_L$  — концентрация лиганда в данной точке. В тех случаях, когда  $A_{\max}$  невозможно определить из кривой насыщения, использовали отношение оптических плотностей различных точек  $p = A_2/A_1$  и определяли константы устойчивости ( $K_1$  и  $\beta$ ) по уравнению [5]

$$K = \frac{C_2^n - pC_1^n}{C_1^n \cdot C_2^n (p - 1)},$$

где  $C_1$ ,  $C_2$  — концентрации лиганда в соответствующих точках;  $n$  — состав комплекса.

Комплексообразование  $\text{Ni}^{2+}$  с 4-фенилтиосемикарбазидом происходит по уравнению  $\text{Ni}^{2+} + nL \rightleftharpoons [\text{NiL}_n]^{2+}$ . Общую константу устойчивости можно представить в виде

$$\beta = \frac{[\text{NiL}_n^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}] [\text{L}]^n}.$$

Равновесная концентрация комплекса выражается равенством

$$[\text{NiL}_n^{2+}] = [\text{Ni}^{2+}]_{\text{общ}} \cdot \frac{A_x}{A_{\max}},$$

где  $[\text{Ni}^{2+}]_{\text{общ}}$  — общая концентрация никеля.

Равновесная концентрация ионов никеля (II) равна:

$$[\text{Ni}^{2+}]_p = [\text{Ni}^{2+}]_{\text{общ}} - [\text{NiL}_n^{2+}],$$

для лиганда —

$$[\text{L}]_p = C_{\text{L}} - n [\text{NiL}_n^{2+}].$$

Рассчитанные значения общих концентрационных констант устойчивости представлены в табл. 1, из которой следует, что на состав и устойчивость комплексов в растворе влияет природа растворителя. Так, в ДМФА и ацетоне комплексообразование протекает ступенчато с образованием составов 1:1 и 1:2, а в ТГФ реализуется только состав 1:2. По устойчивости комплексы в зависимости от растворителя можно расположить в следующий ряд: ТГФ > ацетон > ДМФА. Диэлектрическая проницаемость этих растворителей уменьшается в обратном порядке [6], чем, вероятно, и объясняется различие в константах устойчивости.

Синтез комплексов  $\text{NiL}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{NiL}_2(\text{NO}_3)_2$  проводили таким образом: 0,01 М лиганда растворяли при нагревании в 25 мл этанола, прибавляли 0,01 М соответствующей соли никеля. Раствор упаривали до начала образования осадка розового цвета, который выделяли, промывали этанолом и сушили на воздухе до постоянной массы. Для  $\text{NiL}_2\text{Cl}_2$  найдено, %: Ni — 12,8; N — 17,6; S — 13,1; вычислено, %: Ni — 12,7; N — 18,1; S — 13,8. Для  $\text{NiL}_2(\text{NO}_3)_2$  найдено, %: Ni — 11,7; N — 21,1; S — 12,2; вычислено, %: Ni — 11,4; N — 21,7; S — 12,4.

Для получения комплексов  $\text{NiL}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{NiL}_4(\text{NO}_3)_2$  0,02 М лиганда растворяли при нагревании в 50 мл этанола, прибавляли 0,01 М соответствующей соли никеля. Образовавшийся осадок голубого цвета выделяли, промывали этанолом и сушили на воздухе до постоянной массы. Для  $\text{NiL}_4\text{Cl}_2$  найдено, %: Ni — 7,6; N — 20,9; S — 15,3; вычислено, %: Ni — 7,4; N — 21,1; S — 16,0. Для  $\text{NiL}_4(\text{NO}_3)_2$  найдено, %: Ni — 7,4; N — 22,4; S — 14,5; вычислено, %: Ni — 6,9; N — 23,0; S — 15,0.

Таблица 1

Константы устойчивости ( $\lg K_1$ ,  $\lg \beta$ ) и молярные коэффициенты экстинкции ( $\lg \epsilon$ ) комплексов никеля (II) с 4-фенилтиосемикарбазидом

Параметр	Состав	80 %-ные растворы		
		ДМФА ( $\lambda_{\text{макс}}=590$ нм)	Ацетон ( $\lambda_{\text{макс}}=400$ нм)	ТГФ ( $\lambda_{\text{макс}}=580$ нм)
$\lg K_1$	1:1	$3,47 \pm 0,12$	$2,54 \pm 0,05$	—
$\lg \beta$	1:2	$3,93 \pm 0,04$	$4,30 \pm 0,26$	$5,33 \pm 0,15$
$\lg \epsilon_1$	1:1	1,62	—	—
$\lg \epsilon_2$	1:2	1,95	—	1,57

Согласно химическому анализу, при соотношении  $\text{Ni} : \text{L} = 1 : 1$  в твердом виде реализуются соединения состава 1:2, а при взаимодействии компонентов в соотношении 1:2 выделяются соединения состава 1:4, которым можно приписать формулы  $[\text{NiL}_2]X_2$  и  $[\text{NiL}_4]X_2$ , где  $X = \text{Cl}, \text{NO}_3$ . Приведенным формулам соответствуют величины молярной электропроводности, измеренной в ДМФА ( $\lambda_1$ ,  $t = 20^\circ$ ) и метаноле ( $\lambda_2$ ,  $t = 20^\circ$ ),  $\Omega \text{ mol}^{-1} \text{ см}^2$ : для  $[\text{NiL}_2]\text{Cl}_2$   $\lambda_1 = 113,9$ ;  $\lambda_2 = 206,4$ ; для  $[\text{NiL}_2](\text{NO}_3)_2$   $\lambda_1 = 185,5$ ;  $\lambda_2 = 235,8$ ; для  $[\text{NiL}_4]\text{Cl}_2$   $\lambda_1 = 102,0$ ;  $\lambda_2 = 252,4$ ; для  $[\text{NiL}_4](\text{NO}_3)_2$   $\lambda_1 = 230,0$ ;  $\lambda_2 = 262,0$ .

Анализ дифрактограмм, снятых на дифрактометре УРС-50ИМ с никелевым фильтром на медном анодикатоде, позволяет утверждать, что выделенные комплексы — индивидуальные соединения с близкой симметрией кристаллической решетки. Ниже приведены рассчитанные значения межплоскостных расстояний ( $d$ , Å) и интенсивностей ( $I/I_1$ ).

$[\text{NiL}_2]\text{Cl}_2$ : 16,3(68); 10,5(26); 7,74(32); 7,35(40); 6,69(34); 5,89(53); 5,66(30); 5,26(43); 4,81(45); 4,71(37); 4,61(32); 4,14(45); 3,92(100); 3,76(38); 3,52(78); 3,37(29); 3,11(73); 3,03(25); 2,95(20); 2,81(21); 2,72(23); 2,69(12); 2,58(36); 2,53(22); 2,34(18); 2,30(7); 2,17(15); 2,14(13); 2,05(15); 1,89(14); 1,74(15).  
 $[\text{NiL}_4]\text{Cl}_2$ : 15,7(47); 9,2(41); 8,17(76); 7,88(97); 6,22(76); 5,74(59); 5,14(69); 4,66(100); 4,52(79); 4,06(43); 3,92(29); 3,76(36); 3,70(45); 3,44(63); 2,99(35); 2,72(40); 2,71(48); 2,42(23); 2,37(16); 2,19(8); 2,03(17); 1,95(9); 1,78(12).  
 $[\text{NiL}_2](\text{NO}_3)_2$ : 11,6(91); 8,02(23); 7,05(20); 5,74(96); 5,26(22); 4,61(97); 4,52(53); 4,3(99); 3,92(44); 3,76(100); 3,56(72); 3,29(73); 3,11(47); 2,97(29); 2,84(29); 2,71(22); 2,58(52); 2,33(32); 2,28(49); 2,25(67); 2,16(25); 2,145(28); 2,107(16); 1,905(48); 1,833(22); 1,779(20); 1,717(12); 1,687(7); 1,637(23); 1,609(12); 1,537(13); 1,510(13); 1,447(12); 1,400(12).  
 $[\text{NiL}_4](\text{NO}_3)_2$ : 15,7(84); 8,82(65); 7,88(100); 7,2(39); 6,22(69); 5,52(49); 4,61(94); 4,37(56); 4,26(53,5); 4,14(75); 3,89(60); 3,69(29); 3,58(43); 3,42(60); 3,18(38); 3,09(37); 3,01(29); 2,93(24); 2,57(27); 2,53(45); 2,45(39); 2,38(19); 2,155(8); 2,06(23); 1,89(15); 1,83(15); 1,711(10); 1,637(8).

Сравнение ИК-спектров поглощения свободного 4-фенилтиосемикарбазида и комплексов с привлечением литературных данных [7—9] показывает (табл. 2), что в соединениях состава  $\text{Ni} : \text{L} = 1 : 2$  полоса поглощения валентных колебаний  $\nu_{as}(\text{NH}_2)$  в области  $3300 \text{ cm}^{-1}$  для лиганда смещается на  $90 - 130 \text{ cm}^{-1}$  в низкочастотную область и происходит сближение  $\nu_{as}(\text{NH}_2)$  и  $\nu_s(\text{NH}_2)$  в комплексах:  $(\nu_{\text{NH}_2}^{as} - \nu_{\text{NH}_2}^s)_{\text{коорд}} < (\nu_{\text{NH}_2}^{as} - \nu_{\text{NH}_2}^s)_{\text{своб}}$ . Это указывает на участие атома гидразинного азота в образовании координационной связи с никелем. В случае комплексов состава  $1 : 4$  положение полос  $\nu(\text{NH}_2)$  практически не изменяется, лишь наблюдается некоторое понижение интенсивности полосы  $\nu_{as}(\text{NH}_2)$  в области  $3300 \text{ cm}^{-1}$ . Раздельная идентификация полос поглощения  $\nu(\text{C}-\text{N})$  и  $\nu(\text{C}=\text{S})$  в спектрах лиганда и комплексов затруднена. Нормальный координационный анализ группы  $\begin{array}{c} > \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \end{array}$  в близких по структуре к рассматриваемым нами соединениям, содержащих аналогичные группы, показывает, что большинство колебаний имеет сложную валентно-деформационную природу [10, 11], при этом доля  $\begin{array}{c} > \\ \text{C} = \text{S} \end{array}$ -групп является преобладающей при частоте около  $700 \text{ cm}^{-1}$  и  $870 - 900 \text{ cm}^{-1}$ . Поэтому для идентификации колебаний группы  $\begin{array}{c} > \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \end{array}$  удобно использовать концепцию «тиоамидных полос» [12]: полоса тиоамид I, которая наблюдается при  $1522 \text{ cm}^{-1}$ , обусловлена совместным вкладом колебаний  $\delta(\text{NH}) + \nu(\text{C} \cdots \text{N}) + \delta(\text{CH})$ ; полоса тиоамид II проявляется при  $1285 \text{ cm}^{-1}$  и связана

Таблица 2  
Частоты колебаний ( $\text{cm}^{-1}$ ) некоторых полос поглощения лиганда и комплексов никеля (II)

Соединение	$\nu_{as}(\text{NH}_2)$	$\nu_s(\text{NH}_2)$	$\Delta = \nu_{as} - \nu_s(\text{NH}_2)$	Тиоамидные полосы			
				I	II	III	IV
L	3300	3160	140	1522	1285	972, 914	738
$[\text{NiL}_2]\text{Cl}_2$	3210	3150	60	1577	1385	990, 905	685
$[\text{NiL}_2](\text{NO}_3)_2$	3170	3120	50	1575	Перекр. с $\text{NO}_3^-$	972, 910	680
$[\text{NiL}_4]\text{Cl}_2$	3290	3150	140	1540	1380, 1315	990, 915	695
$[\text{NiL}_4](\text{NO}_3)_2$	3330, 3240	3180	150	1535	Перекр. с $\text{NO}_3^-$	985, 905	702

с колебаниями  $\nu(C\cdots N) + \nu(C\cdots S) + \delta(CH)$ ; полоса тиоамид III, обусловленная колебаниями  $\nu(C\cdots N) + \nu(C\cdots S)$ , наблюдается при 972 и 914 см<sup>-1</sup>; при 738 см<sup>-1</sup> проявляется полоса тиоамид IV с основным вкладом  $\nu(C\cdots S)$ .

По характеру изменения тиоамидных полос в ИК-спектрах комплексов их можно разделить на две группы. Полоса поглощения тиоамид I для комплексов состава 1 : 4 повышает частоту на 13—18 см<sup>-1</sup> без

Таблица 3  
Характеристики СДО комплексов никеля (II)  
с 4-фенилтиосемикарбазидом

Соединение	$\nu_{\text{макс}}, \text{см}^{-1}$	Отнесение
[NiL <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	19600	
[NiL <sub>4</sub> ]Cl <sub>2</sub>	17000	${}^3T_{1g}(F) \rightarrow {}^3T_{1g}(P)$
	~10000	${}^3T_{1g}(F) \rightarrow {}^3A_{2g}$
[NiL <sub>2</sub> ] (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17300	
[NiL <sub>4</sub> ] (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17300	${}^3T_{1g}(F) \rightarrow {}^3T_{1g}(P)$
	11000	${}^3T_{1g}(F) \rightarrow {}^3A_{2g}$

изменения интенсивности, а в спектрах комплексов состава 1 : 2 — на 53—55 см<sup>-1</sup> с уменьшением интенсивности. Полоса тиоамид II для комплексов [NiL<sub>2</sub>]Cl<sub>2</sub> и [NiL<sub>4</sub>]Cl<sub>2</sub> сдвигается в высокочастотную область на 95—100 см<sup>-1</sup> с реализацией дублета в последнем соединении. Для всех комплексов полоса тиоамид III не претерпевает существенных изменений по частоте, однако резко уменьшается по интенсивности. Полоса тиоамид IV для комплексов 1 : 2 и 1 : 4 смещается в низкочастотную область на 53—58 и 36—43 см<sup>-1</sup> соответственно. На основании изложенного с учетом литературных данных [7, 8, 12] можно предположить, что в комплексах состава 1 : 4 лиганд монодентатен и координируется с никелем через атом серы, а в комплексах состава 1 : 2 — бидентатен с реализацией связи по атомам серы и гидразинного азота.

Следует отметить, что в комплексах [NiL<sub>2</sub>] (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и [NiL<sub>4</sub>] (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> полоса  $\nu(NO_3^-)$  (1300—1380 см<sup>-1</sup>) уширена и расщеплена на два компонента с  $\Delta\nu$  80 и 60 см<sup>-1</sup> соответственно. Это свидетельствует о слабой координации NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-группы к металлу [13], что также подтверждается несколько завышенным значением молярной электропроводности нитратных комплексов.

Таблица 4  
Результаты термогравиметрического анализа комплексов солей никеля (II)  
с 4-фенилтиосемикарбазидом

Соединение	Эндоэффекты*		Экзоэффекты		Убыль массы** (%) в расчете на NiO
	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta m, \%$	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta m, \%$	
[NiL <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	130, 180, 270	42	360—460 (400)	10	75
			460—600 (530)	8	83,5
[NiL <sub>4</sub> ]Cl <sub>2</sub>	175—220 (200)	11	220—330 (260)	46	89
			510—780 (700)	32	90,6
[NiL <sub>2</sub> ] (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	90—105 (95)	6	200—235 (210)	56	81
			485—525 (500)	14	85,5
[NiL <sub>4</sub> ] (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	100—175 (120)	36	220—270 (230)	24	83
			270—490 (540)	9	91,2
			490—600 (540)	4	

\* Плавление с разложением; \*\* в числителе — найдено, в знаменателе — вычислено.

На основании СДО (табл. 3) и магнитных моментов, равных при 298 К для  $[NiL_2]Cl_2$  2,09 М. Б. и для  $[NiL_4]Cl_2$  3,88 М. Б., можно предполагать для комплексов состава 1 : 2 хромофорную группировку  $NiN_2S_2$ , а для комплексов состава 1 : 4 —  $NiS_4$  [14]. Для всех комплексов в области 27000—29000 см<sup>-1</sup> в СДО наблюдается интенсивная полоса, отнесенная к переходу с переносом заряда [15].

Результаты термогравиметрического исследования комплексов представлены в табл. 4, из которой видно, что все комплексы плавятся с разложением. Комплексы состава 1 : 4 термически более устойчивы, чем комплексы состава 1 : 2 с тем же анионом. Если же сравнивать комплексы одного состава с разными анионами, то видно, что хлоридные комплексы устойчивее нитратных. Основным продуктом термического разложения при нагреве до 750° на воздухе является оксид никеля (II), что подтверждается химическим анализом продуктов термализа и общей потерей массы по термогравиограмме, хорошо совпадающей с теоретически вычисленной на основании рассматриваемого состава соединений.

1. *Bazicitatea și puterea de complexare a unor acilhidrazine* / I. Proinov, I. Schwartz, C. Ionescu, T. Iliescu.—Farmacia, 1967, 15, N 2, p. 83—92.
2. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексонометрическое титрование.—М.:Химия, 1970.—360 с.
3. Климова В. А. Основные микрометоды анализа органических соединений.—М.:Химия, 1975.—223 с.
4. Барнард А. Теоретические основы неорганической химии.—М.:Мир, 1968.—361 с.
5. Бабко А. К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах.—Киев:Изд-во АН УССР, 1955.—328 с.
6. Ахадов Я. Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей.—М.:Изд-во стандартов, 1972.—412 с.
7. Campbell M. J. M., Grzeskowiak R. Some copper(II) complexes of thiosemicarbazide.—J. Chem. Soc. A, 1967, N 3, p. 396—401.
8. Adejumobi J., Ademola, Goddard Daniel R. The IR absorption spectra of some solid metal ion complexes of thio- and selenosemicarbazide.—J. Inorg. and Nucl. Chem., 1977, 39, N 5, p. 910—912.
9. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений.—М.:Мир, 1965.—216 с.
10. ИК-спектры поглощения и нормальные колебания комплексов металлов с тиомочевиной / Ю. Я. Харитонов, В. Д. Брега, А. В. Аблов, Н. Н. Проскина.—Журн. неорг. химии, 1974, 19, № 8, с. 2166—2177.
11. Нормальные колебания координированного и тиоацетамида / Ю. Я. Харитонов, А. Ю. Цивадзе, А. Н. Смирнов, Г. В. Цинцадзе.—Координат. химия, 1975, 1, № 5, с. 641—654.
12. Thioamide bands and nature of bonding in transition metal complexes of ligands having a thioamide group / B. Singh, R. Singh, R. V. Chaudhary, K. P. Thakur.—Ind. J. Chem., 1973, 11, N 2, p. 174—177.
13. Комpleksy металлов с 3-амино-1,2,4-триазолом / Т. Г. Леонова, Л. Г. Лавренова, С. В. Ларионов и др.—Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. хим. наук, 1984, 1, № 2, с. 82—87.
14. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия: В 3-х т.—М.:Мир, 1969.—Т. 3. 592 с.
15. Драго Ф. Физические методы в химии: В 2-х т.—М.:Мир, 1981.—Т. 2. 456 с.

Одес. ун-т

Поступила 16.07.84

УДК 541.18.046

## ФЛОКУЛЯЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И КЛЕТОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ ЖЕСТКОЦЕПНЫМИ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТАМИ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

А. А. Баран, Л. А. Величанская, И. М. Соломенцева, А. Я. Тесленко

Высокомолекулярные флокулянты широко применяются для ускорения седиментации, концентрирования и разделения суспензий, улучшения фильтрационных характеристик и обезвоживания осадков. Интенсивно ведется поиск новых реагентов и выделение их из природного сырья