

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КАРБОКСИЛАТОВ МЕТАЛЛОВ, I. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА БИС-(2-ЭТИЛ-ГЕКСАНОАТА) НИКЕЛЯ (II) НА ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ПРОДУКТА

О. БЕРКЕШИ и И. А. АНДОР

Кафедра общей и физической химии университета им. Аттилы Йожефа, Сегед

(Поступило в редакцию 5 октября 1982 г.)

Приготовлены соли бис-(2-этил-гексаноата) никеля (II) при разных молных соотношениях исходных соединений и разных pH среды, реакцией двойного обмена. Показаны и обсуждены происходящие изменения в ИК спектрах продуктов, выделенных экстракцией хлороформом, в области частот карбонильных и карбоксилатных валентных колебаний.

Интерес исследователей к изучению вопросов связанных со структурой и свойствами карбоксилатных соединений в последние годы все более расширяется. Это может объясняться, в первую очередь, возрастающим вниманием к соединениям металлов с биологически активными веществами [1—5], а также повышением роли экстракционных процессов в промышленности при выделении ряда важных элементов из разбавленных растворов [6—9]. В связи с этим, теоретическими вопросами структуры карбоксилатов и их экспериментальным изучением занимается широкий круг исследователей [10—17]. Детальное изложение основных положений о стереохимии карбоксилатов переходных металлов находим в обзорной статье Порай-Кошиц [18].

К изучению структуры карбоксилатов очень широко привлекается метод ИК спектроскопии [19]. Обзор работ, описывающих первоначальные данные по спектрам карбоксилатов находим в статье Шевченко [20]. Вопросы связи структуры и ИК спектров карбоксилатов подробно рассмотрены в монографиях Накамото [21, 22]. Однако, до настоящего времени основные корреляции между структурой, составом и ИК спектрами карбоксилатов различных металлов являются спорными [23]. Основной причиной разногласий является весьма сильный разброс данных разных авторов по основным характеристическим колебаниям карбоксилатов для одних и тех же соединений, в связи с чем возникает сомнение относительно идентичности исследованных образцов. Причиной литературных разногласий может служить также разная интерпретация спектров и оценка характеристических частот при наличии, как это в большинстве случаев наблюдается в спектрах, расщепления полос и появления плеч на полосах. Ранее нами было отмечено, что поглощение в ИК спектре в области $1620-1500\text{ см}^{-1}$, найденное для лаурата кальция, должно рассматриваться не только как соответствующее асимметричным валентным колебаниям карбоксилатной группы ($\nu_{as}\text{CO}_2^-$), но как серия полос, характерная для структуры карбоксилатов металлов [24]. Проведенное нами ранее изучение

чество прибавляемой щелочи увеличили до выпадения осадка $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Расход $5,0 \cdot 10^{-2}$ М раствора NaOH составлял 6 cm^3 на 10 cm^3 исходной смеси (после экстракции получен продукт — С).

К приготовленной аналогично предыдущему исходной смеси добавили $0,1 \text{ cm}^3$ 25%-ного раствора NH_4OH . При этом только незначительная часть $\text{Ni}(\text{OH})_2$ перешла в аммиачный комплекс, несмотря на высокий рН среды, достигающего значения 13 (выделенный экстракцией продукт — D).

Экспериментальные данные

Поскольку ИК спектры снимали на двухлучевом приборе (в кювете сравнения помещался хлороформ), основные, представляющие для наших целей интерес, области спектра ($4000\text{—}2500$ и $1800\text{—}1200 \text{ cm}^{-1}$) были пригодны для проведения исследования [26].

На *рис. 1*, для уточнения отнесения полос поглощения, представлены ИК спектры 2-этил-гексановой кислоты и ее натриевой соли в области волновых чисел $1800\text{—}1200 \text{ cm}^{-1}$. Как видно из рисунка, в данной области волновых чисел в спектре НОк в растворе хлороформа, выделяется характеристическая полоса при 1715 cm^{-1} , соответствующая валентному колебанию карбонила ($\nu \text{ C}=\text{O}$) в димеризованных карбоновых кислотах. Обнаруживается также слабая гибридная полоса деформационного колебания гидроксила и валентного колебания связи $\text{C}-\text{O}$ в ассоциированных кислотах при 1415 cm^{-1} . Остальные полосы соответствуют колебаниям метильных и метиленовых групп.

При образовании NaOкt совершенно четко проявляются (в хлороформовых растворах) вместо карбонильной полосы две новые, соответствующие $\nu_{\text{as}} \text{CO}_2^-$ при 1555 cm^{-1} и симметричным валентным колебаниям карбоксилатной группы ($\nu_s \text{ CO}_2^-$) при 1425 cm^{-1} . Как видно, в спектре NaOкt не обнаруживаются признаки примеси свободной кислоты. Характерные для карбоксилата полосы являются сильными, острыми и нерасчлененными.

На *рис. 2* представлены спектры продуктов, полученных в серии для выяснения влияния мольных соотношений реагентов NiSO_4 и NaOкt . При этом, естественно, закономерно изменялся рН среды, поскольку исходный $0,1$ М раствор NiSO_4 имел рН 5,98, а $0,2$ М раствор NaOкt имел рН 7,35. Из представленных данных следует, что при изменении мольных соотношений, в спектрах продуктов наблюдаются также закономерные изменения. При большом избытке NiSO_4 (относительно низкий рН, кривая V) наблюдается наиболее сложный спектр: плечо при 1750 cm^{-1} на полосе, соответствующей колебаниям $\nu \text{ C}=\text{O}$ димеров кислот (1715 cm^{-1}), может быть оценено как $\nu \text{ C}=\text{O}$ для мономеров карбоновых кислот. Со стороны меньших волновых чисел также имеется плечо при 1690 cm^{-1} .

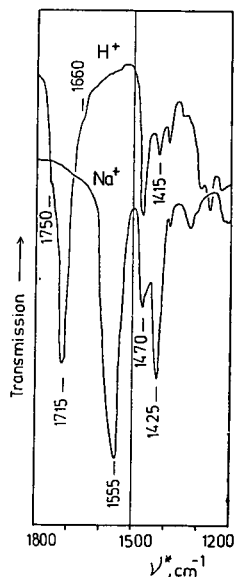


Рис. 1. ИК спектры 2-этил-гексановой кислоты (H^+) и ее натриевой соли (Na^+).

продуктов взаимодействия водных растворов хлорида берилия и калиевых мыл насыщенных жирных кислот при разных рН среды показало на необходимость детального рассмотрения и уточнения отнесения полос ИК спектров во всей области частот появления колебаний карбонильных и карбоксилатных групп [25].

Задачей данной работы являлось получение соли Ni^{2+} с 2-этил-гексановой кислотой методом реакции замещения в натриевой соли 2-этил-гексаноата, при различных молярных соотношениях исходных реагентов и рН среды; снятие ИК спектров продуктов и проведение попытки объяснения причин возникновения различий в спектрах солей в области появления полос валентных колебаний карбонильной и карбоксилатной групп.

Объекты и методы исследования

2-этил-гексановую кислоту (НОк) применяли фирмы Merck со степенью чистоты «zur Synthese», остальные реактивы были фирмы Reanal аналитической степени чистоты.

ИК спектры снимали на спектрометре типа MOM—2000, в растворах хлороформа, в кюветах NaCl при толщинах слоя 0,1 и 0,055 мм. Чувствительность и ошибка измерений составляла не более $\pm 5 \text{ cm}^{-1}$ в определении волновых чисел максимумов полос поглощения.

Натриевую соль 2-этил-гексаноата (NaOk) готовили нейтрализацией разбавленного водного раствора NaOH избытком кислоты. После завершения реакции основная масса избыточной кислоты NaOk отслаивается, которую отделяли в делительной воронке. Остатки кислоты извлекали экстракцией хлороформом из водного раствора соли. Разбавленный раствор натриевой соли концентрировали выпариванием и остаток сушили в вакууме при 363—373 К в течение 25 часов. Продукт хранили в эксикаторе над P_2O_5 .

Соль никель(II)-бис-(2-этил-гексаноата) (NiOk_2) готовили сливанием 0,1 М растворов NiSO_4 (или $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$) и 0,2 М растворов NaOk при молярных соотношениях реагентов, соответственно: 1:6 — I, 3:10 — II, 1:2 — III, 10:3 — IV, 6:1 — V. После завершения реакции смесь осталась гомогенной. Целевой продукт извлекался трехкратной экстракцией хлороформом.

Поскольку в проведенной серии синтезов рН среды были в слабокислой области, нами были приняты условия синтеза NiOk_2 , соответствующие нейтральным и более высокому рН среды.

Титровали 0,1 М раствор NiSO_4 $5,0 \cdot 10^{-2}$ М раствором NaOH до появления осадка $\text{Ni}(\text{OH})_2$, расход раствора щелочи на 10 cm^3 исходного раствора составлял 2,6 cm^3 . Полученный таким образом раствор NiSO_4 смешивали с эквивалентным количеством 0,2 М раствора NaOk, затем производили экстракцию хлороформом (продукт — А).

Смешивали равные объемы исходных растворов NiSO_4 (0,1 М) и NaOk (0,2 М) и затем титровали $5,0 \cdot 10^{-2}$ М раствором NaOH до появления осадка $\text{Ni}(\text{OH})_2$, расход щелочи составлял 4 cm^3 на 10 cm^3 смеси. После перемешивания, через некоторое время, произвели экстракцию как в предыдущем случае (продукт — В).

Аналогично приготовлению продукта В готовили смесь, только коли-

Полоса $\nu_{as} \text{CO}_2^-$ расщеплена, при этом интенсивность полос в дублете почти одинаковая с минимальным преобладанием полосы при 1590 cm^{-1} против полосы при 1615 cm^{-1} .

Уменьшение избытка NiSO_4 (кривые IV и III) приводит к исчезновению полос с наиболее высокими волновыми числами (1750 и 1715 cm^{-1}), остается единственная хорошо выраженная полоса при 1690 cm^{-1} . Относительная интенсивность более высокочастотной составляющей дублета $\nu_{as} \text{CO}_2^-$ постепенно уменьшается. При избытке NaOkt в реакционной смеси (кривые II и I) обнаруживается плечо на полосе $\nu_{as} \text{CO}_2^-$ около 1560 cm^{-1} . Спектральная полоса, соответствующая $\nu_s \text{CO}_2^-$ при 1420 cm^{-1} во всей серии остается без особых изменений.

Результаты проведенной аналогичной серии опытов с применением $0,1 \text{ M}$ раствора $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ с $\text{pH } 6,17$ вместо NiSO_4 , представлены на *рис. 3*. Как видно из спектров полученных продуктов, явления, обнаруживающиеся при увели-

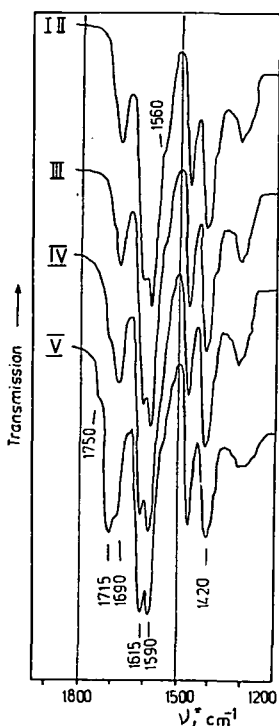


Рис. 2. ИК спектры NiOkt_2 , полученных при разных мольных соотношениях исходных реагентов NiSO_4 и NaOkt соответственно: 1:6 — I, 3:10 — II, 1:2 — III, 10:3 — IV, 6:1 — V.

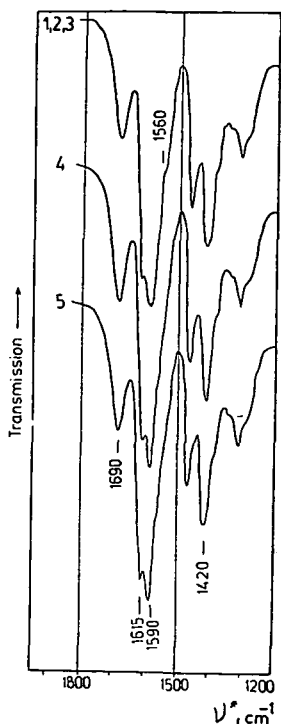


Рис. 3. ИК спектры NiOkt_2 , полученных при разных мольных соотношениях исходных реагентов $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ и NaOkt соответственно: 1:6 — 1, 3:10 — 2, 1:2 — 3, 10:3 — 4, 6:1 — 5.

чении доли $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ в реакционной смеси, показывают такую же закономерность, какая наблюдалась в предыдущей серии с увеличением доли NiSO_4 до эквивалентных соотношений реагентов (см. рис. 2, кривая III). Это обстоятельство указывает на определяющую роль pH реакционной среды на состав и структуру продуктов отражающихся в ИК спектрах, независимо от структуры аниона исходной соли металла.

Спектр NiOkt_2 , полученной после предварительного повышения pH среды раствора NiSO_4 до значения 7,3, не отличается принципиально от спектров представленных на рис. 2, сохраняется даже плечо, находящееся при 1715 cm^{-1} (рис. 4, кривая А).

Спектры продуктов В и С, соответствующие повышению pH реакционной среды после смешения реагентов до 7,6 и 9,9 соответственно, полностью совпадают и отличаются от аналогичного спектра (рис. 2, кривая III) только в области волновых чисел выше 3100 cm^{-1} .

Принципиально отличающийся спектр имеет продукт D, полученный в присутствии NH_4OH , повысившего pH среды до значения 13. Полосы соответствующие карбонильным колебаниям, очень слабые (рис. 4, кривая D). Полоса $\nu_{\text{as}} \text{CO}_2^-$ становится широкой без острых максимумов. Появляется хорошо выраженное поглощение при 3300 cm^{-1} , соответствующее валентным колебаниям OH группы.

С целью установления влияния щелочной отмывки продуктов на их ИК спектры была проведена также серия опытов. Экстрагированный хлороформом продукт, полученный смешением эквивалентных количеств исходных растворов, отмывался равными объемами водных растворов NaOH с концентрацией от 0,1 до 1,0 М. Спектры отмытых продуктов представлены на рис. 5. Совершенно ясно видно из данных рисунка, что интенсивность полосы при 1690 cm^{-1} постепенно уменьшается. Уменьшается также относительная интенсивность более высокочастотной составляющей дублета $\nu_{\text{as}} \text{CO}_2^-$ при 1615 cm^{-1} . Общий вид полосы становится менее острым, максимум расширенным. В области поглощений выше 3000 cm^{-1} до концентрации отмывающего раствора NaOH равной 0,6 М не произошли никакие изменения. При более высоких концентрациях NaOH (0,7—1,0 М) с возрастающей интенсивностью появляется диффузная полоса при 3300 cm^{-1} .

На рис. 6. представлены спектры экстракта, к которому добавлены различные количества HOkt .

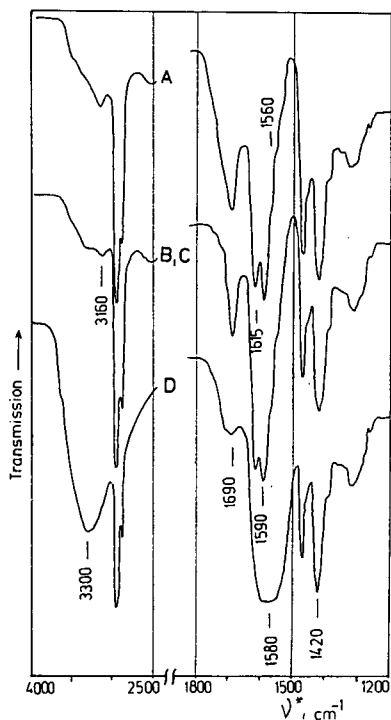


Рис. 4. ИК спектры NiOkt_2 , полученных методами описанными в тексте, при разных pH среды: 7,3 — А, 7,6 — В, 8,9 — С, 13 — D.

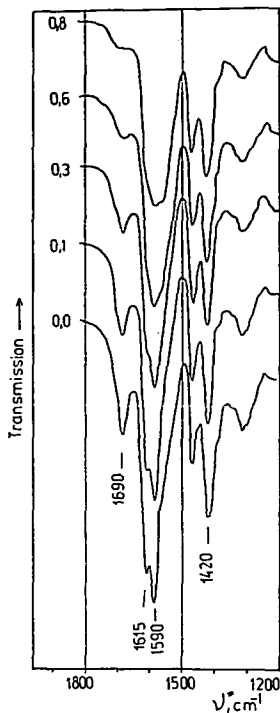


Рис. 5. ИК спектры NiOkt, после отмывания хлороформовых растворов водными растворами NaOH. Цифры на кривых соответствуют концентрациям NaOH в mol/dm³.

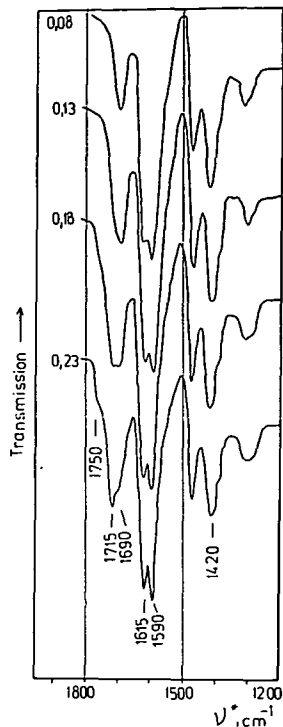


Рис. 6. ИК спектры NiOkt, при прибавлении разных количеств HOkt. Цифры на кривых соответствуют концентрациям кислоты в mol/dm³.

Обсуждение полученных экспериментальных результатов

Представленный на рис. 1 спектр HOkt характеризуется интенсивной острой полосой поглощения ν C=O (в цикле димеризованных карбоксиллов) на которой можно обнаружить два нерезко выраженных плеча при 1750 и 1660 см⁻¹. Первое из них, при снятии спектров в растворах хлороформа при уменьшающихся концентрациях HOkt отделяется самостоятельной полосой, соответствующей ν C=O мономерных карбоксильных групп. Плечо при 1660 см⁻¹ обуславливается, по-видимому, наличием влаги в кислоте (деформационные колебания группы OH).

Приготовленная описанным методом NaOkt растворялась в хлороформе и в ее спектре (рис. 1) отсутствуют карбонильные полосы. Доминирующей является полоса поглощения, соответствующая ν_{as} CO₂⁻ при 1555 см⁻¹, острая интенсивная и нерасчлененная. В спектре NaOkt ν_s CO₂⁻ также является характерной, поскольку по сравнению с полосой 1415 см⁻¹ соответствующей колеба-

ниям кислот, является значительно интенсивней с острым максимумом при 1525 см^{-1} . Необходимо отметить, что при попытке экстракции NaOkt из водного раствора хлороформом, в спектре экстракта не обнаруживаются полосы характерные для группы CO_2^- , но появляется полоса $\nu\text{C}=\text{O}$. Это явление объясняется высоким значением коэффициента распределения NaOkt в воде по отношению к хлороформу и гидролизом NaOkt в разбавленных водных растворах, вследствие которого экстрагируется образующаяся HOkt , что и обнаруживается в спектре.

Приготовленная при большом избытке NiSO_4 (соответственно с наиболее низким рН реакционной среды) экстрагированная хлороформом NiOkt_2 имеет, как отмечалось уже выше, наиболее сложный спектр (рис. 2, кривая V). Как было показано выше и найдено ранее и другими авторами [27], появление карбонильной полосы при 1715 см^{-1} следовало ожидать. Интересным является обнаруживающееся плечо при 1750 см^{-1} и более интенсивное плечо при 1690 см^{-1} . При увеличении доли NaOkt в реакционной смеси, что сопровождается постепенным повышением рН среды, исчезает не только плечо при 1750 см^{-1} , но происходит смена интенсивностей полос при 1715 и 1690 см^{-1} (рис. 2, кривые IV—I). Это может свидетельствовать о том, что карбонилы кислоты могут находиться в более сильной связи с NiOkt_2 , чем в циклах карбоксилатов. Продукты I—V, а также А, В и С не кристаллизовались и не удалось их выделить из растворов. При загущении образуют вязкие растворы, которые после высыхания представляют собой стекловидный прозрачный продукт зеленого цвета.

Повышение рН реакционной среды, при эквивалентных соотношениях реагентов, уменьшает интенсивность полосы при 1690 см^{-1} (рис. 4). Более того, если провести отмывку хлороформового раствора продукта равными объемами водных растворов щелочи возрастающей концентрации, также получены спектры с понижающейся интенсивностью полосы 1690 см^{-1} (рис. 5), что свидетельствует о непрочной связи карбонильных групп с NiOkt_2 .

Продукты, полученные либо отмыванием раствором щелочи, либо при высоком рН среды (продукт D) имеют отличающийся спектр от остальных образцов в области $3500\text{—}3100\text{ см}^{-1}$ (рис. 4, кривая D), когда при 3300 см^{-1} с заметной интенсивностью появляется полоса валентных колебаний OH группы. Полностью отмытый от кислоты, или полученная при высоком рН среды NiOkt_2 выделяется из раствора в виде осадка. Результаты анализа осадка комплексонометрическим титрованием с EDTA, позволяют предложить состав такого продукта, соответствующий формуле $\text{Ni}(\text{OH})\text{Okt}$ с относительной ошибкой всего 2%.

С другой стороны, добавление возрастающих количеств HOkt к экстракту, ранее полностью отмытого от кислоты раствором щелочи (до исчезновения карбонильных полос в спектре), приводит сначала к появлению полосы при 1690 см^{-1} , а затем полос при 1715 и 1750 см^{-1} (рис. 6).

Наряду с изменениями в спектрах в области около 1700 см^{-1} , такие же характерные изменения наблюдаются в виде полосы, соответствующей $\nu_{\text{as}}\text{CO}_2^-$. На рис. 1 видно, что NaOkt характеризуется полосой $\nu_{\text{as}}\text{CO}_2^-$, имеющей острый максимум при 1555 см^{-1} . Для NiOkt_2 характерен дублет с максимумами при 1615 и 1590 см^{-1} , относительная интенсивность более высокочастотной составляющей которого увеличивается с повышением мольного соотношения

$\text{NiSO}_4 \cdot \text{NaOkt}$ (рис. 2), или $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NaOkt}$ (рис. 3). Замечательно, что добавление кислоты к продукту с составом $\text{Ni}(\text{OH})\text{Okt}$ приводит к этому же результату. Вместе с тем, что в спектрах отмытой от остатков кислоты NiOkt_2 (рис. 5) и полученной при высоком pH среды (рис. 4, продукт D) полоса $\nu_{\text{as}}\text{CO}_2^-$ является широкой без острого максимума, дает основание утверждению, что расщепление полосы, очевидно, не является простым результатом механического резонанса карбоксилатных групп, присоединенных к центральному атому металла, а отражает разные состояния карбоксилатных групп.

Появление ОН группы в координационной сфере металла, по-видимому, упорядочивает расположение и состояние карбоксилатных групп. Введение избыточной же кислоты способствует, очевидно, образованию более сложных, но энергетически и стерически строже определенных состояний.

Тот факт, что замена сульфата на нитрат никеля меняет вид ИК спектров только в той мере, насколько изменяется pH реакционной среды (рис. 3), свидетельствует об общем значении найденных закономерностей изменений в спектрах в зависимости от условий приготовления NiOkt_2 .

Необходимо отметить, что вид и положение полосы соответствующей $\nu_s\text{CO}_2^-$ при всех принятых нами условиях, остался без существенных изменений с острым максимумом при 1420 cm^{-1} . Это обстоятельство, совместно с найденным постоянством интенсивности и положения полосы при 1590 cm^{-1} , может быть оценено как подтверждение правомерности отнесения последней полосы к колебаниям $\nu_{\text{as}}\text{CO}_2^-$.

Из рассмотрения приведенных данных следует также, что в случае синтеза NiOkt_2 реакцией двойного обмена, в зависимости от условий приготовления и очистки продуктов, не образуется индивидуальное вещество, а могут образоваться соединения разного состава: $\text{Ni}(\text{OH})\text{Okt}$, NiOkt_2 и $\text{NiOkt}_2 \cdot x\text{HOkt}$, или их смеси с разным соотношением указанных соединений в продукте. В результате этого спектры имеют ряд осложнений, которые могут затруднить точное отнесение полос поглощения к характеристическим частотам и могут быть причиной разноречивых оценок положения максимумов полос в спектрах в области частот валентных колебаний карбонильных и карбоксилатных групп.

Литература

- [1] Эйхгорн, Г. (ред.): Неорганическая биохимия, т. 1 и 2, «Мир», Москва, 1978.
- [2] Фридман, Я. Д. (ред.): Физико-химическое изучение соединений металлов с биологически активными веществами, «Илим», Фрунзе, 1977.
- [3] Шатаева, Л. К., Н. Н. Кузнецова, Г. Э. Елькин: Карбоксильные катиониты в биологии, «Наука», Ленинград, 1979.
- [4] Синицына, Т. А., В. П. Краснов и др.: Ж. общ. хим., **51**, 2592 (1981).
- [5] XXII International Conference on Coordination Chemistry, vol. 1, (Abstracts of papers) Budapest, 1982.
- [6] Золотов, Ю. А.: Экстракционное концентрирование, «Химия», Москва, 1971.
- [7] Singh, J. M., S. N. Tandon: J. Inorg. Nucl. Chem., **41**, 1205 (1979).
- [8] Горячев, А. А., Е. К. Копкова: Ж. неорг. хим., **25**, 1347 (1980).
- [9] Лобанов, Ф. И., В. П. Гладышев и др.: Ж. неорг. хим., **26**, 1347 (1981).
- [10] Melnik, M.: Coord. Chem. Rev., **36**, 1 (1981).
- [11] Gil, V. M. S., M. E. T. L. Saraiva et al.: J. Inorg. Nucl. Chem., **42**, 389 (1981).
- [12] Huyskens, P., N. Fellx et al.: J. Phys. Chem., **84**, 1387 (1980).
- [13] Yousif, Y. Z., F. J. M. Al-Imarach: J. Inorg. Nucl. Chem.: **42**, 779 (1980).
- [14] Bombieri, G., F. Benetollo et al.: J. Inorg. Nucl. Chem., **42**, 1423 (1980).

- [15] Baker, L. C. W., L. Lebiada et al.: J. Amer. Chem. Soc., **102**, 3276 (1980).
[16] Амирасланов, И. Р., Б. Т. Усубалиев и др.: Ж. структ. хим., **21**, № 5, 112 (1980).
[17] Скрылев, Л. Д., И. И. Сейфуллина и др.: Ж. неорг. хим., **26**, 1501 (1981).
[18] Порай-Кошиц, М. А.: Ж. структ. хим., **21**, № 3, 146 (1980).
[19] Davies, M.: Infra-Red Spectroscopy and Molecular Structure, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 1963.
[20] Шевченко, Л. Л.: Успехи хим., **32**, 457 (1963).
[21] Nakamoto, K.: Infrared Spectra of Inorganic and Coordination Compounds, J. Wiley, New York, 1963.
[22] Nakamoto, K., P. J. McCarthy: Spectroscopy and Structure of Metal Chelate Compounds, J. Wiley, New York, 1968.
[23] Deacon, G. B., R. J. Phillips: Coord. Chem. Rev., **33**, 227 (1980).
[24] Андор, И. А., Я. Киш: Acta Phys. Chem. Szeged, **21**, 143 (1975).
[25] Андор, И. А., И. Древени и др.: Acta Phys. Chem. Szeged, **28**, 253 (1982).
[26] Sadtler Standard Spectra: 26 Frequently Used Spectra for the Infrared Spectroscopist, Pennsylvania.
[27] Kambe, H.: Bull. Chem. Soc. Japan, **34**, 1786 (1961).

SYNTHESIS, STRUCTURE AND PROPERTIES OF METAL CARBOXYLATES, I.
EFFECTS OF EXPERIMENTAL CONDITIONS ON THE IR SPECTRA OF COMPOUNDS
FORMED IN Ni(II)-bis(-2-ethylhexanoate) PRODUCTION

O. Berkesi and J. A. Andor

Ni(II)-bis(2-ethylhexanoate) was prepared by methathesis, from different mole ratios of the starting materials and at different pH values. The changes in the IR spectra of the products (obtained by CHCl_3 extraction) in the range of carbonyl and carboxylate stretching vibrations were established and are discussed.