

УДК 546.56

*Е.Г. Ильина*

**Растворимость некоторых алканоатов меди (II)  
в предельных углеводородах**

*E.G. Iliina*

**Solubility of Some Copper (II)  
Alkanoates in Aliphatic Hydrocarbons**

Изучена растворимость гексаноата и октаноата меди (II) в гептане, октане и декане разработанным методом «погружного фильтрования» при различных температурах, в том числе и при температурах кипения растворителей.

**Ключевые слова:** карбоксилат, алканоат, медь, алканы, гексаноат, октаноат.

The solubility of copper (II) hexanoate and octanoate in heptane, octane and decane by the developed method of “submersible filtering” is studied at different temperatures, including filtering at temperatures of boiling solvents.

**Key words:** carboxylate, alkanooate, copper, alkanes, hexanoate, octanoate.

В данной работе изучена растворимость вышеуказанных алканоатов в гептане, октане и декане.

Гексаноат и октаноат меди (II) синтезировали по отработанной ранее методике [5, с. 2301], которая позволяет выделить продукт, не содержащий в своем составе дополнительных лигандов.

Индивидуальность гексаноата и октаноата меди (II) была подтверждена методами ИК-спектроскопии, а также химического, рентгенофазового и термогравиметрического анализа.

ИК-спектроскопическое исследование синтезированных карбоксилатов проведено с применением SPECORD RI 75 в интервале частот 400–4000 см<sup>-1</sup>. Образцы готовились в виде таблеток продукта с бромидом калия, взятом в соотношении 100:5.

Результаты исследования приведены в таблице 1. ИК-спектры гексаноата и октаноата меди (II) известны в литературе [6, с. 1624–1629; 7, с. 2912–2915], поэтому данный метод использовали для идентификации синтезированных соединений. Отсутствие в спектрах полос, характерных для аддуктов ( $\nu$  (OH),  $\nu$  (C = O),  $\delta$  (H<sub>2</sub>O)), подтвердило, что получены безводные комплексы состава Cu(C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>COO)<sub>2</sub> и Cu(C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>COO)<sub>2</sub>.

Химический анализ выполнен методом комплексонометрического титрования [8, с. 385–386]. Содержание меди составило в гексаноате меди (II) 21,58±0,06%, в октаноате меди (II) – 18,12±0,07%, что соответствует теоретическому содержанию ее в соединениях состава Cu(C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>COO)<sub>2</sub> (21,65%) и Cu(C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>COO)<sub>2</sub> (18,16%).

Рентгенограммы получали с помощью прибора ДРОН-2 с кобальтовым Ка излучением и Ni фильтром. В картотеке JCPDS нет данных по гексаноа-

ту и октаноату меди (II), поэтому идентификация не проводилась. Рентгенофазовый анализ использовали для подтверждения чистоты продукта синтеза по отсутствию линий исходного вещества оксида меди (II).

Таблица 1  
Результаты ИК-спектроскопического исследования алканоатов меди (II)

Соединение	$\nu_{as}$ (COO), см <sup>-1</sup>	$\nu_s$ (COO), см <sup>-1</sup>
Cu(C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COO) <sub>2</sub> (литературн.)	1590	1415
Cu(C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COO) <sub>2</sub> (эксперимент.)	1592	1406
Cu(C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COO) <sub>2</sub> (литературн.)	1580	1420
Cu(C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COO) <sub>2</sub> (эксперимент.)	1580	1430

Термогравиметрический анализ синтезированных соединений проводился на Q-дериватографе фирмы MOM (Венгрия). Образец нагревался на воздухе со скоростью 5 °/мин до температуры 500 °С, TG = 100 мг, DTA = 1/5, DTG = 1/15. Результаты термогравиметрического анализа представлены в таблице 2. Разложение обоих алканоатов происходило в одну стадию, это подтверждает, что полученные соединения не содержат в своем составе дополнительных лигандов (молекул воды или кислоты). Таким образом, все методы исследования подтвердили, что синтезированы соединения состава Cu(C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>COO)<sub>2</sub> и Cu(C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>COO)<sub>2</sub>.

Результаты термогравиметрического анализа алканоатов меди (II)

Соединение	Температурный интервал разложения, °С	Изменение массы, %		Продукт разложения
		теорет.	практ.	
$\text{Cu}(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COO})_2$	215–260	78,4	76,5	Cu Cu <sub>2</sub> O CuO
		51,3		
		72,9		
$\text{Cu}(\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO})_2$	240–270	81,8	67,1	Cu Cu <sub>2</sub> O CuO
		59,1		
		77,2		

Для определения растворимости при повышенных температурах простых и комплексных солей необходимо получить компактные осадки. Карбоксилаты меди, содержащие анионы жирных кислот, выделяются в виде мелкодисперсных осадков. Такие осадки быстро забивают поры фильтра, их трудно отделить от маточного раствора. При использовании летучих растворителей поддерживать изотермичность условий в процессе отделения насыщенного раствора от осадка при температурах выше комнатной практически невозможно без достаточно сложных термостатирующих устройств. Для определения растворимости карбоксилатов меди (II) в жидких предельных углеводородах при различных температурах использовали метод «погружного фильтрования» [9, с. 165]. Этот метод позволяет полностью исключить операции по отделению насыщенного раствора с использованием воронки для «горячего» фильтрования.

Определение растворимости карбоксилатов меди (II) в н-гептане проводили при температурах 25, 50, 75, 98 °С; в н-октане – при 25, 50, 75, 100, 125 °С; в н-декане – при 25, 50, 75, 100, 174 °С. Последние температуры соответствуют температурам кипения угле-

водородов. Время достижения равновесия растворения составляет 330 минут для гексаноата меди (II), 240 минут для октаноата меди (II) и 300 минут для деканоата меди (II). С увеличением температуры во всех растворителях растворимость алканоатов меди значительно возрастает (табл. 3). Наблюдается увеличение растворимости в ряду «гексаноат – октаноат – деканоат меди (II)». Растворимость увеличивается и при переходе от гептана к октану. Это, по-видимому, можно объяснить увеличением электронодонорных свойств алканов при увеличении числа σ-связей, т.е. возрастанием реакционной способности алканов при увеличении их молекулярной массы. Наибольшая растворимость наблюдается для всех исследуемых карбоксилатов меди (II) в декане при температуре кипения. Она составила более чем 0,41 моль/л растворителя.

Таким образом, в данной работе исследована растворимость синтезированных по литературной методике карбоксилатов меди (II) в гептане, октане и декане при различных температурах, в том числе и при температурах кипения растворителей. Результаты использованы при разработке нового метода синтеза сульфидов металлов в неводной среде.

Таблица 3

Растворимость карбоксилатов меди (II) (моль/л растворителя) в жидких предельных углеводородах при различных температурах

Гептаноат меди (II)						
Углеводород	25 °С	50 °С	75 °С	98 °С	100 °С	125 °С
Гептан	0,0005	0,0028	0,0248	0,1047	–	–
Октан	0,0009	0,0046	0,0634	–	0,1327	0,1550
Декан	0,0017	0,0115	0,0917	–	0,1532	–
Октаноат меди (II)						
Гептан	0,0024	0,0138	0,1019	0,1595	–	–
Октан	0,0048	0,0428	0,1327	–	0,1779	0,3099
Декан	0,0071	0,0671	0,1824	–	0,2938	–

### Библиографический список

1. Чарыков А.К., Осипов Н.Н. Карбоновые кислоты и карбоксилатные комплексы в химическом анализе. – Л., 1991.

2. Ильина Е.Г., Троянов С.И., Дунаева К.М. Кристаллическое строение и летучесть алканоатов меди (II) // Координационная химия. – 1992. – Т. 18, №8.

## Растворимость некоторых алканоатов меди (II) в предельных углеводородах

---

3. Igumenov I.K., Gelfond N.V., Morozova N.B., Nizard H. Overview of coating growth mechanisms in MOCVD processes as observed in Pt group metals // *Chemical Vapor Deposition*. – 2007. – Vol. 13.
4. Вертопрахов В.Н., Круподер С.А. Получение тонких пленок меди из паровой фазы летучих производных меди (I) и меди (II) CVD-методом // *Успехи химии*. – 2000. – Т. 69, №12.
5. Ильина Е.Г., Санталова Н.А., Дунаева К.М. Термическое разложение алкилацетатов меди (II) // *Журнал неорганической химии*. – 1991. – Т. 36, №9.
6. Kuroda Y. Infrared absorption spectra of copper (II) salts of some fatty acids // *J. Chem. Soc. Japan. Pure. Chem. Sect.* – 1962. – Vol. 81, №12.
7. Lomer T.R., Perera K. Anhydrous copper (II) dekanoate. Anhydrous copper (II) octanoate // *Acta Cryst.* – 1974. – Vol. B30.
8. Алексеев В.Н. Количественный анализ. – М., 1972.  
Перов Э.И., Ильина Е.Г., Ирхина Е.П., Гончарова И.В. Исследование растворимости капронатов цинка и свинца в н-декане // *Координационная химия*. – 1996. – Т. 22, №1.