

## ЭКСТРАКЦИЯ ИОНОВ МЕДИ И ЦИНКА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ РАСТИТЕЛЬНОМ МАСЛОМ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ

**Сторожева Юлия Васильевна**

студент, Оренбургский Государственный Университет, РФ, г. Оренбург

**Осипова Елена Александровна**

научный руководитель, старший преподаватель, Оренбургский Государственный Университет, РФ, г. Оренбург

## EXTRACTION OF COPPER AND ZINC IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS WITH VEGETABLE OIL IN THEIR COMBINED PRESENCE

**Yulia Storozheva**

*Student, Orenburg State University, Russia, Orenburg*

**Elena Osipova**

*Scientific director, Senior Lecturer, Orenburg State University, Russia, Orenburg*

**Аннотация.** Обычно в различных водах медь сопутствует цинку. Существует потребность извлечения ценных компонентов из природных вод. В статье рассматривается экстракционное извлечение меди и цинка из водных растворов растительным маслом. Приводится изотерма экстракции, построенная при соотношении меди и цинка 3:7, в интервале концентраций исследуемых металлов от 0,001 г/л до 0,1 г/л, pH=7 и соотношении органической части раствора к водной 4:6. Определены константы распределения для меди и цинка, которые равны 1,035 и 1,798 соответственно. Получены численные значения степени ассоциации для меди и цинка, которые равны 0.61 и 0.79 соответственно.

**Abstract.** Usually, in various waters, copper accompanies zinc. There is a need to extract valuable components from natural waters. The article deals with the extraction extraction of copper and zinc from aqueous solutions with vegetable oil.

The extraction isotherm is constructed at a ratio of copper and zinc of 3:7, in the range of concentrations of the studied metals from 0.001 g/l to 0.1 g/l, pH=7 and the ratio of the organic part of the solution to the water 4:6. The distribution constants for copper and zinc are determined, which are equal to 1.035 and 1.798, respectively. Numerical values of the degree of association for copper and zinc are obtained, which are equal to 0.61 and 0.79, respectively.

**Ключевые слова:** Экстракция, медь, цинк, растительное масло, изотерма, константа распределения, степень ассоциации.

**Keywords:** Extraction, copper, zinc, vegetable oil, isotherm, distribution constant, degree of

association.

## Введение

Главным природным источником поступления меди и цинка в поверхностные воды являются процессы химического выветривания горных пород и минералов, которые сопровождаются их растворением. [1]

Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями цинка и меди обусловлено их выносом со сточными водами многих отраслей промышленности, например, горнодобывающих (рудообогатительных), металлургических и химических предприятий. Значительные количества меди могут поступать с сельскохозяйственных угодий, особенно в районах развитого садоводства и виноградарства. Соединения меди и цинка могут присутствовать в водах в растворённой и взвешенной формах. При этом соотношение между ними в значительной степени определяется величиной pH и составом воды, прежде всего, наличием органических веществ гумусовой природы (гуминовых и фульвокислот), а также других органических соединений, способных образовывать комплексные соединения с данными металлами. Растворённые формы меди и цинка могут быть представлены как гидратированными ионами и гидроксокомплексами типа  $[\text{MeOH}]^+$ ,  $[\text{Me}(\text{OH})_2]^0$ ,  $[\text{Me}(\text{OH})_3]^-$ ,  $[\text{Me}(\text{OH})_4]^{2-}$ , так и комплексными соединениями с минеральными и органическими веществами вод (преимущественно комплексными соединениями с гуминовыми и фульвокислотами).

Для меди возможны две степени окисления - Cu(I) и Cu(II), но в условиях природных вод существуют преимущественно соединения Cu(II). Cu(I) может иногда обнаруживаться лишь в виде нерастворимых прочных соединений, например  $\text{Cu}_2\text{S}$ .

В малозагрязнённых поверхностных водах суши концентрация растворённых форм меди и цинка в большинстве случаев находится в пределах от долей до единиц микрограммов в кубическом дециметре. Более высокие концентрации растворённых форм, можно обнаружить в районах залегания соответствующих руд. Так, например, содержание цинка в подземных водах районов Западного и Центрального Оренбуржья 1,99 мг/л и 1,44 мг/л соответственно, что превышает нормы ПДК в несколько раз. А содержание меди в подземных водах районов, расположенных в Восточном Оренбуржье, составляет 1,053 мг/л, что достоверно превышает содержание этого элемента в водах Западной зоны в 13,2 раза, Центральной - в 17,6 раза.[2] Отсюда следует, что тема выделения меди и цинка из природных вод важна и довольно актуальна в наше время.

## Основная часть

Исследование проводили, используя водные растворы сульфатов цинка и меди (II) ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ХЧ;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ХЧ). Экстракцию осуществляли из модельных водных растворов в интервале концентраций меди и цинка от 0,001 г/л до 0,1 г/л при pH=7 регулируемом добавлением серной кислоты и  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и соотношении меди и цинка 3:7 ( $\text{Cu}:\text{Zn}=3:7$ ). В качестве экстрагента использовалось растительное масло, а соотношение органической части раствора к водной составляло 4:6 (О:В=4:6).

Остаточную концентрацию меди определяли экстракционно-фотометрическим методом с диэтилдитиокарбонатом свинца при длине волны 436 нм в кюветах с толщиной поглощающего слоя 1 см относительно хлороформа. Концентрацию ионов цинка определяли экстракционно-фотометрическим методом с дитизоном из водной фазы после извлечения меди диэтилдитиокарбонатом свинца.[3] Фотометрировали в кювете толщиной 1 см и измеряли оптическую плотность на КФК-3 (Россия) при длине волны 535 нм относительно рабочего раствора дитизона.

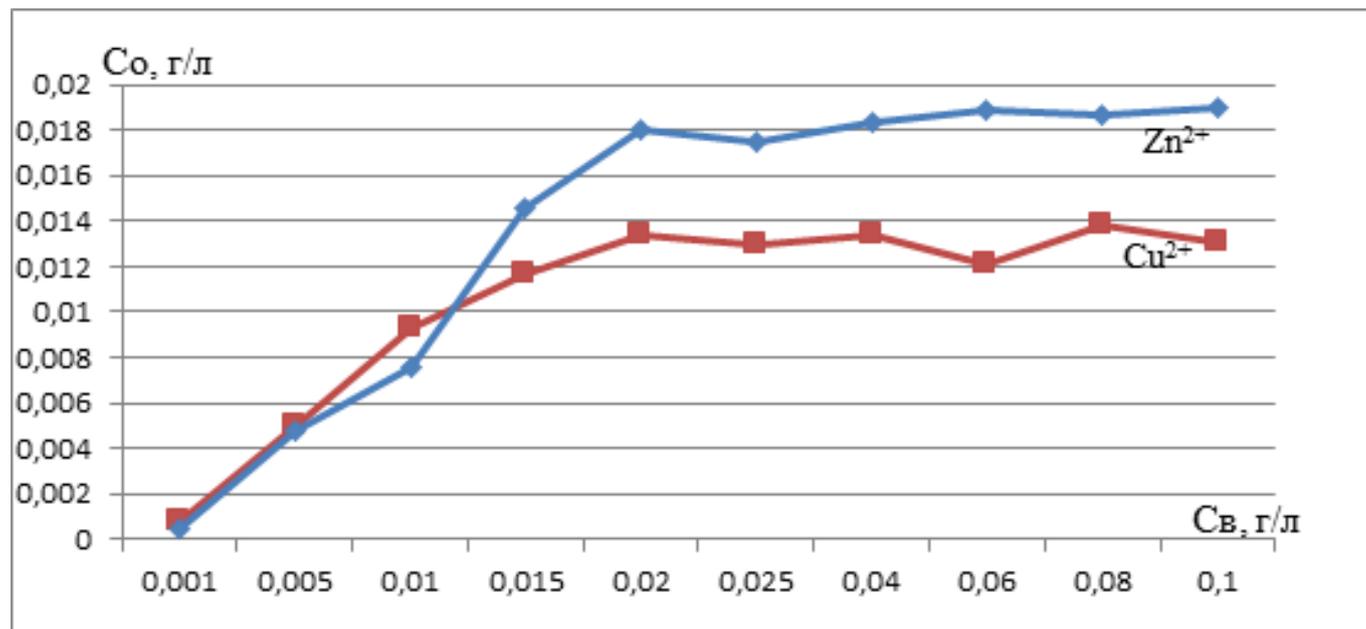
Степень извлечения каждого металла высчитывалась по формуле [4]:

$$R = \frac{Q_o}{Q_E} 100 \%$$

где  $Q_o$  - количества вещества анализта, перешедшего в экстракт,

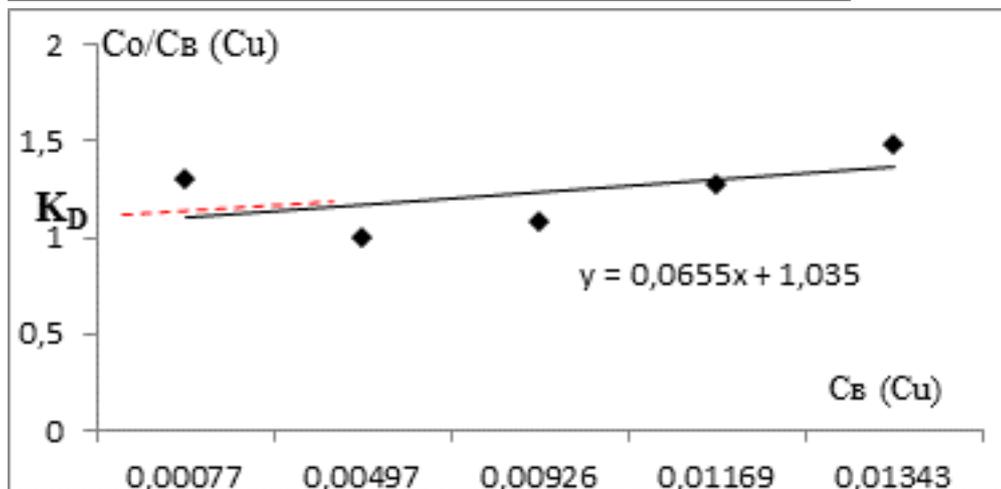
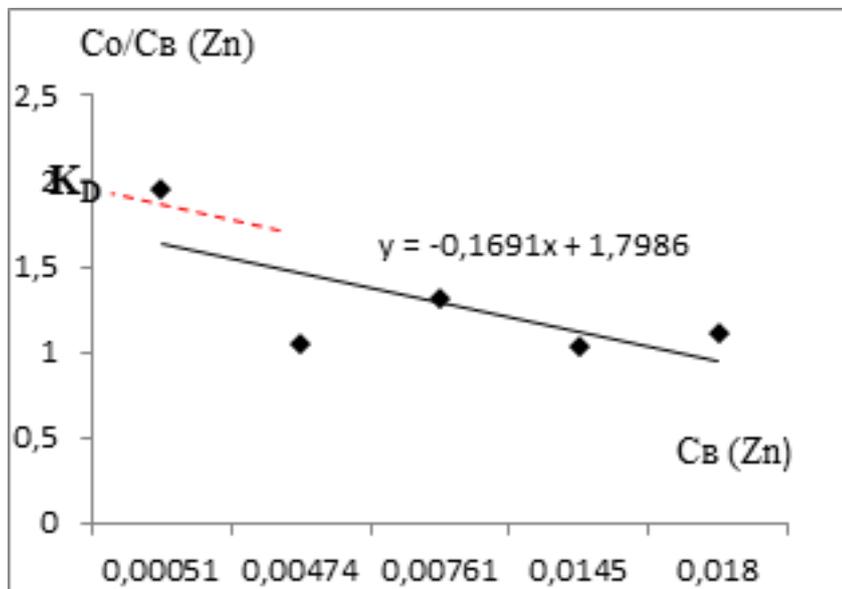
$Q_E$  - количества вещества анализта, содержавшегося в пробе (водной фазе) до экстракции.

По результатам исследования, построена изотерма экстракции ионов меди и цинка (рисунок 1), с помощью которой в дальнейшем рассчитали константу распределения и степень ассоциации изучаемых металлов.



**Рисунок 1. Изотерма экстракции  $Cu:Zn=3:7$  при  $O:B=4:6$  и  $pH=7$**

Количественно экстракция характеризуется такой величиной, как константа распределения. Анализируя график, можно сказать, что экстрагируемые вещества (медь и цинк) образует ассоциаты в органической фазе. В этом случае отношение  $C_o/C_b$  не является постоянной величиной и поэтому не может характеризовать константу распределения. [4] Вследствие этого, для ее нахождения были построены графики зависимости  $C_o/C_b$  от  $C_b$  для меди (рисунок 6) и цинка (рисунок 7), на каждом из которых, экстраполируя линию на ось ординат, определяли константу распределения ( $K_D$ ) исследуемых металлов.



**Рисунок 2. Зависимость  $C_o/C_v$  от  $C_v$  (а) для цинка, (б) для меди**

Скорость достижения экстракционного равновесия зависит главным образом от скорости химического процесса, различных реакций, проходящих в органической фазе (диссоциация, ассоциация).

Для определения степени ассоциации ( $n$ ) по экспериментальным данным (рисунок 1) были построены графики зависимости  $\lg C_o$  от  $\lg C_v$  для исследуемых металлов. Численное значение степени ассоциации меди и цинка будет равным тангенсу угла наклона прямой ( $\text{tg}\alpha = n$ ).[5]

Тангенсу угла наклона соответствует угловой коэффициент ( $k$ ) в линейной функции  $y=kx+b$ . Следовательно, по выявленному уравнению прямой для цинка  $y = 0,7866005x - 0,698263$  и меди  $y = 0,6129032x - 1,0387097$  получаем, что степень ассоциации цинка и меди будет равна 0,79 и 0,61 соответственно.

### Выводы

Проведено селективное извлечение меди и цинка растительным маслом при  $Cu:Zn=3:7$ , в интервале концентраций исследуемых металлов от 0,001 г/л до 0,1 г/л, pH раствора равным 7 и соотношении органической части раствора к водной 4:6. По полученным данным была построена изотерма экстракции, с помощью которой определили константу распределения для меди и цинка, которая равна 1,035 и 1,798 соответственно. Так же, получили численные значения степени ассоциации для меди и цинка, которые равны 0,61 и 0,79 соответственно.

## Список литературы:

1. Школьников Е.В., Д.Л.Байдаков. Медь, цинк и их соединения: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Химия d-элементов» для студентов направления подготовки 18.03.02 и по дисциплине «Общая и неорганическая химия» направления подготовки 18.03.01. – СПб.: СПбГЛТУ, 2016 – 24 с.
2. Сальникова Е.В., Кван О.В., Сизенцов А.Н. Показатели качества подземных вод Оренбургской области: Микроэлементы в медицине: оригинальные статьи, 2017 - 18(1): 52–56.
3. РД 52.24.516-2006 Массовая концентрация меди и цинка в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом из одной пробы: Гидрохимический институт. –Ростов-на-Дону, 2006. – 49 с.
4. Арефьева Р.П., Корнев А.М. Лабораторные работы по экстракции: учебно-методическое пособие Нижний Новгород: ННГУ, 2017 – 18 с
5. Сальникова Е.В., Мурсалимова М.Л., Стряпков А.В. Методы концентрирования и разделения микроэлементов: учебное – пособие Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005 – 157 с.