



УДК: 631.413.2

## Поглощение катионов меди и цинка черноземом обыкновенным

Ульрих Д.В., Денисов С.Е.

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск*

Поступила в редакцию 07.04.2009 г.

---

### Аннотация

Рассматриваются поглощательная способность чернозема обыкновенного по отношению к ионам меди и цинка. Для оценки поглощательной способности чернозема обыкновенного используется физико-химический метод инверсионной вольтамперометрии. Полученные результаты будут использоваться в разработке сорбционной технологии очистки почв от солей меди и цинка на загрязненных территориях.

**Ключевые слова:** почва, медь, цинк, адсорбция, метод

The copper and zinc cations receptivity of the common chernozem is being examined. An inverse volt-ampere physicochemical method is used to estimate the receptivity of chernozem. The obtained results are going to be used in the sorption technology being elaborated to refie soil of copper and zinc salts in the contaminated areas.

**Key words:** soil, copper, zinc, adsorption, method

---

### Введение

Челябинская область – это регион, имеющий интенсивное промышленное производство, в области чрезвычайно велико влияние на окружающую среду и почву металлургической промышленности. Ежегодно производятся выбросы тяжелых металлов в размере от 750 – 800 т, из них: свинца – 144 т, хрома – 222 т, никеля – 180 т, ванадия – 88 т, меди – 95 т, цинка – 130 т, мышьяка – 151. В литературе не рассмотрено поведение ионов меди и цинка при контакте с черноземом обыкновенным. Данный вид почв нам наиболее интересен, так как он занимает большую часть территории Челябинска и Челябинской области. Цинк и медь, как и другие катионы металлов накапливаются в почве и создают неблагоприятную экологическую обстановку[1]. Исходя из этого необходим комплекс исследований для разработки технологии по реабилитации почв. Одним из этапов являться изучение поглощательной способности ионов меди и цинка черноземом обыкновенным.

Поглощательной способностью почвы называют способность почвы поглощать из водной или воздушной среды вещества в ионном, молекулярном, коллоидном виде или в виде суспензий.

Наиболее важную роль в ионном почвенном обмене играют катионы.

---

Физико-химическое поглощение имеет ряд закономерностей.

1) Преимущественно поглощаются катионы, так как поглощающий комплекс почвы заряжен в основном отрицательно.

2) Энергия обменного поглощения различных катионов зависит от валентности, а при одной и той же валентности - от атомной массы.

3) Интенсивность поглощения зависит от концентрации раствора, а при одинаковой концентрации - от количества раствора.

4) Поглощение и закрепление катионов зависит не только от характера ионов, но и от свойств самой почвы.

Цель исследований: Определить поглотительную способность чернозема обыкновенного по отношению к катионам металлов меди и цинка.

Задачи исследований:

1) Определить сорбционную способность почвы по целевым веществам в динамических условиях;

2) с помощью физико – химического метода инверсионной вольтамперометрии определить концентрацию меди и цинка в исследуемой почве.

## Эксперимент

Слой почвы 1м\*1м и высотой 30 см, отобранный на водосборе, после получения предварительных результатов анализов на содержание меди и цинка, был отправлен в химическую лабораторию для опытного исследования. В лаборатории почва с влажностью 52%, наличием гуминовых веществ от 4 до 7 % и катионным составом мг-экв/100г почвы: кальция – 32,9; магния – 7,4; натрия – 3,2 размещалась в лотки с размерами 1м\*1м с присоединенным водоприемником для скопления воды после полива (рис. 1). Реакция почвенной среды до эксперимента слабощелочная.



Рис. 1. Схема лабораторного опыта

Модельные растворы, содержащие соли меди и цинка (8,0 и 11,0 мг/л, соответственно, имитируя приблизительную концентрацию металлов в дождевом стоке у шламоотвалов Челябинского электрометаллургического комбината), пропускали через лотки с почвой со скоростью 1,05 м/час, попадала в почву, после чего отбирались пробы почвы через каждые 12 часов с последующим контролем содержания ионов металлов, растворы скапливались в водоприемнике после контакта с почвой [2].

Отбор проб почв из лотков проводится в соответствии с требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях, изложенными в ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84 и «Методических указаниях по проведению полевых

и лабораторных исследований при контроле загрязнения окружающей среды металлами».

Измерения по определению концентрации металлов меди и цинка, проводили с помощью метода инверсионной вольтамперометрии.

По методике [3], отношение почвы к раствору брали 1:10. Пробу почвы массой ( $5,0 \pm 0,1$ ) г помещали в коническую колбу вместимостью 200-300 см<sup>3</sup>, к пробе добавляли 50 см<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> (или HCl) концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>. Взбалтывали суспензию на ротаторе в течение часа или после трехминутного встряхивания настаивали в течение суток.

Вытяжку фильтровали через сухой складчатый фильтр с белой лентой, промытый предварительно азотной кислотой (или соляной кислотой) концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>. Перед фильтрованием пробу перемешивали и переносили на фильтр.

Определение металлов проводилось по методике раздельного определения Cu<sup>2+</sup> и Zn<sup>2+</sup>, так как высота пика Zn<sup>2+</sup> в пробе превышала высоту Cu<sup>2+</sup>.

В первую очередь необходимо было определить массовые концентрации Cu<sup>2+</sup>. Для этого в текущей программе изменяли потенциал накопления на -1,2 В; потенциал успокоения и начала развертки на: -0,9 В.

Проводя измерения пробы и пробы с добавками аттестованных смесей Cu<sup>2+</sup>, получали значения концентраций меди в исходной пробе.

Для определения Zn<sup>2+</sup> в той же пробе в текущей программе устанавливали потенциал накопления: -1,5 В; потенциал успокоения и начала развертки: -1,3 В; время накопления: 2-10 секунд [3].

Проводили измерения пробы и пробы с добавкой аттестованной смеси цинка, получая в результате значения концентрации Zn<sup>2+</sup> в исходной пробе.

Опыт проводили в трех повторениях с определением погрешности от  $\pm 0,2$  до  $\pm 0,7$  мг/кг

## Обсуждение результатов

Экспериментальные данные представлены графически на рисунке 2. Динамические кривые сорбции ионов меди и цинка свидетельствуют о том, что в первые 12 часов сорбция металлов почвой незначительна: меди с 25,4 – 26,2 мг/кг и цинка с 54,2 – 55,9 мг/кг, затем наблюдается увеличение поглощения почвой исследуемых элементов. Насыщение почвы металлами происходит неравномерно: Cu<sup>2+</sup> через 84 часа, достигнув концентрации 41,7 мг/кг, а Zn<sup>2+</sup> через 72 часа с концентрацией 70,1 мг/кг.

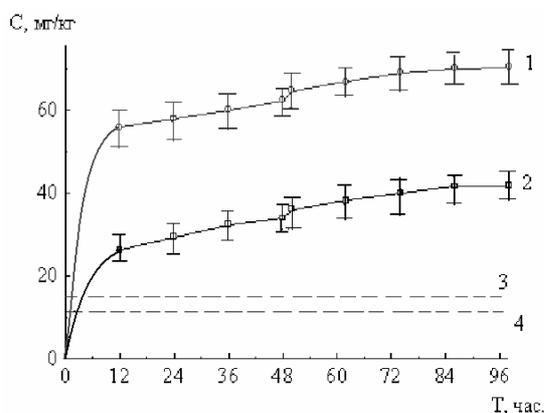


Рис. 2 Динамические кривые сорбции ионов меди и цинка черноземом обыкновенным (1 –цинк; 2 –медь; 3 – ПДК по цинку; 4 – ПДК по меди)

Катион магния не меняет своей концентрации на протяжении всего эксперимента, а у катионов кальция и натрия происходит незначительное снижение концентрации в почве, что предположительно свидетельствуют о вымывании ионов модельным раствором (таб. 1)

Таблица 1. Характеристика чернозема обыкновенного

Состав поглощенных катионов, мг-экв /100г почвы					
До эксперимента			После эксперимента		
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
32,9	7,4	3,2	32,8	7,4	3,0

### Заключение

1. Установлено, что содержание в почве катионов Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup>, что не изменяется после контакта с модельными растворами, содержащими катионы Cu<sup>2+</sup> и Zn<sup>2+</sup>.

2. Определен механизм фиксации ионов меди и цинка за счет комплексообразования с веществами гуминовой природы, имеющих в почвах (по литературным данным известно, что комплексы меди прочнее комплексов цинка, следовательно, ионы меди должны поглощаться сильнее, чем цинка).

3. Исследование образцов почвы, отобранных вблизи Челябинского электрометаллургического комбината, показали необходимость разработки метода по реабилитации почв от катионов металлов меди и цинка.

### Список литературы

1. Козаченко А.П. Обоснование приемов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области./ А.П. Козаченко – Челябинск: Изд-во ФГОУ ВПО ЧГАУ., 1999 – 141с.

2. Воскресенский П.И.. Техника лабораторных работ, М., Госхимиздат, 1962. - 534 с. С. 324-327.

3. Фоминцева Е.Е., Хустенко Л.А., Пикула Н.П. Количественных химический анализ проб почв. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. Томск. - Томский политехнический университет ООО "НПП Техноаналит". – 1995. – 95с. С 25-30.

**Ульрих Дмитрий Владимирович** – преподаватель кафедры «Водоснабжение и водоотведение» Южно-Уральского государственного университета, Челябинск, тел. (351) 265-36-54

**Денисов Сергей Егорович** – д.т.н., зав. кафедрой «Водоснабжения и водоотведения» Южно-Уральского государственного университета, Челябинск

**Ulrikh Dmitry V.** – a teacher of the board “Watersupply and Water – desposal” the South-Ural State University, Russia, e-mail: [Ulrich.dm.25@mail.ru](mailto:Ulrich.dm.25@mail.ru)

**Denisov Sergey E.** – a cherman of the board “Watersupply and Water – desposal”, the South – Ural State University, e-mail: [denisov52@mail.ru](mailto:denisov52@mail.ru)