

## РОЛЬ ИОННОГО ОБМЕНА В ПРОЦЕССАХ ПОГЛОЩЕНИЯ ПОРОДАМИ СВИНЦА И КАДМИЯ

Експериментально досліджені процеси іонного обміну свинцю та кадмію для типових осадових порід південного сходу України. Визначено величини параметрів, що характеризують процес поглинання досліджених металів у катіонообмінних позиціях.

**Постановка проблемы.** Свинец и кадмий являются одними из наиболее токсичных металлов-токсикантов, обладающих способностью накапливаться в организме человека и вызывать хронические отравления [1]. Эти элементы присутствуют в отходах горнодобывающей, металлургической и других видов промышленности Украины. При попадании свинца и кадмия в грунтовую толщу происходит трансформация их первичных форм, вертикальное и горизонтальное их перераспределение, поступление в растения и природные воды. При этом протекает целый ряд процессов, за счет которых металлы задерживаются породами (физическая и химическая адсорбция, ионный обмен, образование химических соединений, соосаждение и др.). Возможность дальнейшей миграции металлов зависит от прочности связывания его в той или иной форме. К миграционно способным традиционно относят ионообменные формы нахождения свинца и кадмия.

**Целью** данной работы является определение роли процессов ионного обмена в поглощении свинца и кадмия типичными осадочными породами юго-востока Украины.

**Изложение основного материала.** В качестве объектов исследования использовались лессовидные суглинки, отобранные в Днепропетровской и Одесской областях. Для исследуемых пород выполнен химический, гранулометрический и рентгеноструктурный анализ, определена величина емкости катионного обмена (ЕКО). Результаты анализа показали, что породы слабо засолены, содержат от 9 до 17,5% карбонатов в виде кальцита и доломита с преобладанием первого. Глинистая фракция пород представлена, в основном, монтмориллонитом, каолинитом и гидрослюдай. ЕКО составила от 12 до 30 мг-экв/100 г породы.

Определение ионообменных форм нахождения свинца и кадмия в породах проводилось по следующей методике. Исследуемую породу предварительно насыщали растворами свинца и кадмия заданной концентрации от 20 до 500 мг/дм<sup>3</sup>, что позволило изучить процесс ионного обмена как в условиях, близких к природным, так и при значительной техногенной нагрузке. Масса навески составляла 1 г, время насыщения – 7 суток. По истечении указанного времени производилось разделение фаз. В жидкой фазе методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии определяли равновесные концентрации свинца и кадмия [2].

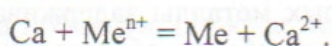
Насыщенные таким образом металлами образцы породы подвергали двухуровневой экстракции – дистиллированной водой (для извлечения легкорастворимых форм свинца и кадмия) и 3% раствором хлорида калия (для определения количества свинца и кадмия, сорбированного в катионообменных позициях). По окончании экстракции в жидкой фазе определялось содержание свинца и кадмия, а также кальция методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии



В ходе экспериментов было установлено, что лишь незначительная часть свинца (от 0,5 до 2,0%) поглощается породой в катионообменной, т. е. миграционно способной форме. При этом предельная емкость поглощения этого металла изученными породами достигает 300–350 мг/г. Таким образом, 99% от всего поглощенного породами свинца, находится в прочносвязанной форме.

В отличие от свинца, в процессе поглощения породами кадмия ионный обмен играет значительную роль. Количество этого металла, поглощенного в катионообменных позициях изменялось для различных пород от 3,5 до 7,0 мг/г. Поскольку предельная емкость поглощения кадмия породами не превышала 50 мг/г, то доля кадмия, поглощенного породой в ионообменной форме составила около 15%. Это свидетельствует о том, что кадмий связывается породами менее прочно, нежели свинец.

Важным параметром, характеризующим протекание процесса катионного обмена являются константы равновесия этой реакции. По их величине можно судить о прочности связывания породами свинца и кадмия в катионообменных позициях. В общем виде реакция ионного обмена между кальцием, содержащимся в породе и металлом, может быть выражена:



Константа равновесия этой реакции по уравнению Б.Н. Никольского имеет вид

$$K = (\text{Me})(\text{Ca}^{2+}) / (\text{Ca})(\text{Me}^{n+}),$$

где (Me) и (Ca) – обменные массы исследуемого металл-иона и кальция в твердой фазе породы, мг-экв;  $(\text{Me}^{n+})$  и  $(\text{Ca}^{2+})$  – их равновесные концентрации в растворе.

Выполнение эксперимента с различными исходными концентрациями свинца и кадмия, а также определение содержания кальция в растворе после сорбции металла позволили получить набор значений равновесных концентраций для изученных металлов. На основании экспериментальных данных по уравнению Б.Н. Никольского рассчитаны величины констант равновесия ионного обмена свинца и кадмия.

Установлено, что величина константы ионного обмена зависит от типа и химических свойств металла-загрязнителя. Рассчитанные значения констант ионного обмена кадмия для различных образцов пород находятся в пределах от  $1,7 \cdot 10^{-1}$  до  $3,7 \cdot 10^{-1}$ . Для свинца эти величины значительно ниже и изменяются от  $1,3 \cdot 10^{-2}$  до  $3,5 \cdot 10^{-3}$ .

Экспериментальные данные по определению катионообменных форм свинца и кадмия свидетельствуют о том, что их величина, а также значение констант ионообменного равновесия в системе «кальций-свинец» и «кальций-кадмий» зависит от емкости катионообменного комплекса пород. Чем выше значение ЕКО, тем больше величина константы равновесия ионного обмена и, соответственно, количество металла, поглощенного породой в катионообменной форме.

Таким образом, величина константы ионного обмена может служить характеристикой, наиболее полно отражающей процесс поглощения породой металла в подвижной форме. С ростом этой величины увеличивается и доля металла, который, при изменении условий в системе: «природа – техногенный раствор» может стать источником «вторичного» загрязнения.

**Выводы.** Процессы ионного обмена, практически, не оказывают влияния на поглощение породами свинца, что почти полностью исключает возможность «вто-



ричного» загрознєння етим металлом об'єктів оточуючої середь. Катїонотобмєн-  
нєя сорбція в значитєльнот ботльшєй стєпени характернєя для кадмїя, значитєльнєя  
чєсть которого поглоттєється в вїде мїграцїонно способнїх форм металла. Полу-  
чєннє дєннє мотут бїть использовєнє для оцєнкї екологїчєскїх рїсків загрєз-  
нєннєя свїнцом і кадмїєм об'єктів оточуючої середь.

### Бїблїогрєфїчєскїє ссылокї

1. Алексєєнкот В. А. Экологїчєскєя геохїмїя. – М., 2000. – 627 с.
2. Карякїн А. В. Методы оптїчєскїх спектроскопїи и люмїнесценцїи в анализє прїрод-  
нїх и сточнїх вод / А.В. Карякїн, И.Ф. Грїбовскєя. – М., 1987. – 304 с.

Надїїшла до редколєгїї 19.12.07

УДК 577.4.546.212

Г. А. Кроїк, О. А. Толкач

Днїпропетровськїй нацїональнїй унїверситет

## ЗНЄШКОДЖЄННЄЯ СТОКїВ ГАЛЬВАНїЧНОГО ВИРОБНїЦТВА: ТЕХНїКО-ЕКОЛОГїЧНїЙ АНАЛїЗ

Запропоновєнєя схєма екологїчнот оцїнкї рїзнїх технологїчнїх процесїв знєшкод-  
жєннєя стокїв гальванїчнот виробнїцтвє. Відповїдно цїєї схєми надєнєя оцїнкє реєгєнтнїм,  
елєктролїзнїм, іонотобмїннїм способам очїсткї гальванїчнїх стокїв на прїкладї процесїв  
хромувєннєя.

**Вступ.** Гальванїчнє виробнїцтвот, єкє вхотдїть до структурї машїнобудївнот  
пїдпрїємствєя, є однїм із джерел утворєннєя стїчнїх вод, причоту обсьєг стїчнїх вод  
гальванїчнот виробнїцтвєя досьєгєє 30% від обсьєгу стїчнїх вод усьотго пїдпрїємств-  
єя. Водєя в гальванїчнот виробнїцтвї є нєобхїднїм компонентом практичнот всїх  
опєрєцїй, пов'єзанїх з нєнєсєннєм покриттїв: пїдготтовкот повєрхнї, промївєннєм  
тє корєктїровкот елєктролїтїв, профїлактїкот обладнєннєя, мїттєм готовїх вїро-  
бїв тє виробнїчнїх площ. Вид тє концентрєцїя забруднєнєй стїчнїх вод гальванїчнот  
цєху змїнєютьсьєя у шїрокомот дїєпазонї зєлєжнот від характеру виробнїцтвєя тє  
технологїчнїх опєрєцїй, щот вїкорїстовуютьсьєя. Основнїмї складовїмї стїчнїх  
вод, нє дївлєчїсьєя нє їхнє рїзнотмєїттєя, євляютьсьєя нєорганїчнї сполукї вїсокот токсї-  
чнїстї, єкє зумовлєнєя, нєсамперєд, іонєм вєжкїх металїв тє цїєнїстїмї сполу-  
кєм.

**Постєновкєя проблемї.** Сучєснї прїнцїпї екологїчнот бєзпєкї потрєбують  
оптїмїзєцїю процесїв очїсткї стїчнїх вод нє тїлькї з точкї зорє економїчнїстї,  
дєшєвїнї, доступнїстї ї прототї технологїї, єлє і екологїчнїх критєрїїв. В єкостї  
тєкїх критєрїїв мотє слугувєтї мїнїмум супутнїх вторїннїх забруднєнєй, єкї  
пов'єзанї з самїм процесом очїсткї єбт знєрєжєннєя первїннїх забруднєнєй, щот  
надхотдєють у водєя зє рєхунок виробнїчнот дїєльнїстї. Їх прїродєя і кїлькїсть зєлєжєть  
від технологїї виробнїцтвєя, в єкїй мотжлїво вїкорїстєннєя бїльш нїж 500000 хїмїч-  
нїх сполук, у тоту чїслї 12000 токсїчнїх. [1; 2]. У порївнєннї з первїннїмї, втот-  
рїннї забруднєннєя мєнш токсїчнї, і в цьоту сутнїсть процесу очїсткї єбт знєзєрєжєннєя,  
єлє ї вонї нормуютьсьєя зє значєннєм грєнїчнот-дотустїмїх концентрєцїй  
(ГДК) у водї. Прїнцїп нєрозрївнїстї довкїллєя вїзначєє нєобхїднїсть урєхувєннєя