



Экологическая химия 2020, 29(5); 244–249.
**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ
СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
ДОННЫМИ ОСАДКАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Р. Л. Левит*, В. А. Кудрявцева

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
ул. Корпусная 18, Санкт-Петербург, 197110 Россия
e-mail: rina_levit@mail.ru

Поступило в редакцию 28 апреля 2020 г.

В результате исследования конкурентной сорбции тяжелых металлов донными осадками с помощью планового многофакторного эксперимента получены уравнения, характеризующие взаимное влияние катионов цинка(II), кадмия(II), свинца(II) и меди(II) в процессе сорбции, при этом коэффициенты уравнений определяют степени этого влияния. Конкуренция между ионами металлов значительно увеличивает их подвижность. Катионы свинца(II) и меди(II) препятствуют связыванию катионов кадмия(II) и цинка(II) донными осадками и способствуют их мобилизации. Из-за мобильности и высокой токсичности, кадмий представляет серьезную угрозу для водных экосистем. Полученные математические модели после уточнения в природных условиях могут быть использованы при оценке и прогнозировании экологических рисков загрязнения водных объектов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, донные осадки, конкурентная сорбция, моделирование, многофакторный эксперимент

ВВЕДЕНИЕ

Сорбция является основным геохимическим процессом, отвечающим за аккумуляцию тяжелых металлов (ТМ) почвами, донными осадками и взвесями. Сорбированные катионы металлов связываются с поверхностью твердой фазы, формируя поверхностные или внутрисферные комплексы. На связывание металлов природными сорбентами влияют многие факторы, в том числе природа и концентрация ТМ, pH и ионная сила раствора, температура, сорбционные свойства минеральных и органических компонентов [1]. Сорбция катионов тяжелых металлов (TM^{2+}) возрастает с увеличением pH среды, дисперсности сорбента и уменьшается с понижением температуры из-за эндотермической природы реакции [2]. Кроме того, сорбционное поведение отдельного катиона металла

может сильно измениться от присутствия других катионов металлов в растворе из-за конкуренции среди ионов за сорбционные места. Конкуренция между ионами металлов проявляется тем сильнее, чем меньшее количество поверхностных связывающих центров доступно для взаимодействия [3].

Сравнение конкурентной и моноэлементной сорбции катионов Zn^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} тремя типами глинистых почв показало, что конкуренция между ионами оказывает влияние на сорбцию всех TM^{2+} [3], в частности, совместное существование Zn^{2+} , Cu^{2+} и Cr^{3+} может снизить сорбцию Zn^{2+} почвами на 62% [4]. Исследование сорбции Ni^{2+} и Zn^{2+} при pH 7.5 не обнаружило заметных конкурентных эффектов, в то время как при pH 6.0 Zn^{2+} , обладая более высоким сродством к поверхности оксида алюминия, уменьшал сорбцию Ni^{2+} . Это явление было объяснено различными ме-