

# АДСОРБЦИЯ Zn, Cd, Pb, Cu В ПОЧВАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ТЕХНОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ, НА ПРИМЕРЕ КРАСНОУРАЛЬСКОГО ПРОМУЗЛА

М. В. Шабанов, М. С. Маричев

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
196601, Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2  
E-mail: geohim.spb@gmail.com

**Аннотация.** Актуальность и цели. Одним из важных компонентов при оценке техногенной нагрузки на окружающую среду является содержание тяжелых металлов в исследуемом объекте. Аппараты металлургической отрасли вовлекают в геохимический круговорот ряд тяжелых металлов, тем самым нагружая подчиненные и сопряженные области, среди которых почвенный покров является одним из первых подверженных наибольшему влиянию. Происходящие в почве адсорбционные процессы влияют на миграционную способность элементов. Цель работы – определение механизмов адсорбции Zn, Cd, Pb, Cu в почвенном покрове в зоне высокой техногенной активности с помощью модели Дубинина – Радушкевича. *Материалы и методы.* Исследования выполнены в районе высокой техногенной активности, находящемся в Свердловской области в зоне Красноуральского промузла. Рассматриваются основные механизмы закрепления халькофильного ряда тяжелых металлов в почвенном профиле – таких, как Zn, Cd, Pb, Cu. Производятся расчеты энергии адсорбции по модели Дубинина – Радушкевича, определяющие природу взаимодействия сил адсорбированных ионов с активными потенциальными центрами. Подсчеты производились согласно полученным результатам анализов по определению валовых и подвижных форм исследуемых металлов в почве и расчета равновесной концентрации в почвенном растворе. *Результаты.* В ходе построения модели адсорбции полученные изотермы относились преимущественно к С-типу согласно классификации Спозито. Получение линейных аппроксимаций говорит о высокой степени соответствия и дает возможность сравнивать термодинамику энергии связей с максимальной адсорбцией и сопоставлением в ряд по распределению сил взаимодействия среди исследуемых металлов. *Выводы.* Полученные значения энергии адсорбции характеризуют наличие различного рода геохимических барьеров для тяжелых металлов, участвующих в модели построения. Численные данные свидетельствуют о наличии физической или хемосорбции. В зависимости от интенсивности техногенной нагрузки на почвенный покров порядок адсорбирования обуславливается рядом физико-химических процессов в почве и ионной силой металла, которые имеют разную избирательную способность и конкурентоспособную сорбцию на поверхности твердых частиц.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, адсорбция, модель Дубинина – Радушкевича, почвенный покров, техногенез.

## ADSORPTION OF Zn, Cd, Pb, Cu IN SOILS AFFECTED BY ANTHROPOGENIC ACTIVITY, CASE STUDY OF THE KRASNOURALSKIY INDUSTRIAL HUB

M. V. Shabanov, M. S. Marichev

St. Petersburg State Agrarian University, 2, Peterburgskoe Highway, Pushkin, Saint-Petersburg, 196601, Russia  
E-mail: geohim.spb@gmail.com

**Abstract.** *Background.* An important component in assessing the anthropogenic load on the environment is the content of heavy metals in the test object. The metallurgical industry apparatus involves a number of heavy metals in the geochemical cycle, thereby loading the subordinate and conjugate areas, among which the soil cover is one of the first to be most affected. The adsorption processes occurring in the soil influence the migration ability of the elements. The paper is aimed at determining the mechanisms of adsorption of Zn, Cd, Pb, Cu in the soil cover in the area of high anthropogenic activity using the Dubinin-Radushkevich model. *Materials and methods.* The studies were carried out in the area of high anthropogenic activity located within the Krasnouralskiy industrial hub in the Sverdlovsk Region. The basic mechanisms of fixing the chalcophilic series of heavy metals in the soil section, such as Zn, Cd, Pb, Cu, are examined. Adsorption energy is calculated using the Dubinin-Radushkevich model, which determines the nature of interaction between adsorbed ion forces and active potential centers. Calculations

are made according to the results of analyses to determine the gross and mobile forms of the studied metals in the soil and calculation of the equilibrium concentration in the soil solution. *Results.* During the construction of the adsorption model, the obtained isotherms are predominantly of the C-type according to the Sposito classification. Obtaining linear approximations indicates a high degree of compliance and enables comparing the thermodynamics of binding energy with maximum adsorption and comparison in a series on the distribution of interaction forces among the studied metals. *Summary.* The obtained values of adsorption energy characterize the presence of various geochemical barriers for heavy metals involved in the construction model. Numerical data suggest the presence of physical or chemisorption. Depending on the intensity of man-made load on the soil cover, the adsorption procedure is caused by a number of physical and chemical processes in the soil and the ionic strength of the metal, which have different selectivity and competitive sorption on the surface of solid particles.

**Keywords:** heavy metals, adsorption, Dubinin-Radushkevich model, soil cover, technogenesis.