

Sangadzhieva L.Kh., Davayeva Ts.D., Kikildeyev L.E., Tsombuyeva B.V., Samtanova D.E., Sangadzhieva O.S. BIO-GEO-CHEMICAL MIGRATION OF MICRO-ELEMENTS IN ARID ECOSYSTEMS OF KALMYKIA

The concentrations of heavy metals (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) in the soil of Kalmykia and their subsequent distribution over the food chain (plant fodder – sheep) are investigated. It was re-

vealed that the highest biogenic accumulation is characteristic of Zn and Cu at all the levels of food chain. An increase in the transition of coefficients for the most toxic elements Pb, Cd is observed, which is an evidence of their accumulation in the higher levels of food chain.

*Key words:* soils; plant fodder; food chain; heavy metals.

УДК 620.193

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЛАУКОНИТА И ЕГО ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ

© Е.Д. Таныгина

*Ключевые слова:* глауконит; цеолит; распределение частиц по размерам; адсорбция.

Изучен дисперсный состав глауконита, т. е. слоевого цеолита Бондарского месторождения Тамбовской области. Посредством микроскопического и ситового анализа показано, что максимум частиц приходится на диапазон размеров 50...100 мкм. Метод динамического рассеяния света позволил обнаружить частицы размером менее 10 мкм, способные оставаться во взвешенном состоянии в среде, из которой происходит адсорбция поллютантов. Предложено использовать обогащенный, фракционированный и прокаленный глауконит для очистки артезианской воды.

### ВВЕДЕНИЕ

В.И. Вернадский задолго до расшифровки структур силикатов предсказал возможность замещения кремния алюминием в силикатах. В настоящее время алюмосиликаты нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Например, после открытия в конце 1950-х гг. каталитических свойств таких алюмосиликатов, как цеолиты, начались интенсивные исследования их структуры, свойств и методов получения. В природе цеолиты образуются в результате гидротермального синтеза.

Цеолиты представляют собой пористые тела с определенной структурой скелета и регулярной геометрией пор. Важной особенностью цеолитов является возможность варьирования химического состава кристаллов и геометрических параметров (формы и размеров) внутрискристаллических пор, т. е. возможность их структурного и химического модифицирования. Благодаря этому цеолиты весьма перспективны для исследования адсорбционных равновесий, природы адсорбционных взаимодействий, механизма и кинетики каталитических реакций, молекулярно-ситовых эффектов, диффузии молекул в тонких порах контролируемых размеров. Число патентов на синтез и применение цеолитов только в США уже по состоянию на 1973 г. составляло более 2000, а число научных статей по цеолитам, опубликованных к этому же времени, – свыше 7000 [1].

В Бондарском районе Тамбовской области имеется месторождение глауконита. Глауконит (от греч. *glaukos* – голубовато-зеленый), сложный калийсодержащий водный алюмосиликат, минерал из группы гидрослюд подкласса слоистых силикатов непостоянного и сложного состава, выражающегося усредненной формулой  $(K, Na, Ca) \times (Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+}, Al)_2[(Al, Si)_3O_{10}](OH)_2 \times H_2O$  [1].

Сорбент обладает значительной способностью к поглощению воды и катионному обмену, что может применяться для уменьшения жесткости воды, удобрения почв (в связи со значительным содержанием оксида калия используется для производства комплексных калийно-фосфорных удобрений), изготовления зеленой краски. Таким образом, глауконит является перспективным полезным ископаемым многопрофильного применения, что может быть использовано для решения региональных экологических проблем.

Однако для этого нужна предварительная подготовка сорбента: обогащение, прокаливание (для удаления микроорганизмов), выделение фракций с оптимальной для предполагаемых приложений адсорбционной емкостью. Все это требует определения дисперсного состава сорбента, что и является *целью* данной работы.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Проведен ситовый и микроскопический анализ, а также анализ суспензии глауконита в изопропанолем методом динамического рассеяния света.

Ситовый анализ измельченных материалов основан на механическом разделении частиц по крупности. Глауконит нагружали на сито с ячейками 10...350 мкм, затем с помощью ручного просева материал разделяли на фракции. Микроскопический анализ производили, непосредственно измеряя размеры частиц под микроскопом, в окуляр которого вставлена микрометрическая линейка. Пользуясь микрометрической линейкой, подсчитывали число частиц одного размера в поле зрения. Экспериментальные данные подвергали математической обработке, в основу которой положено число частиц глауконита заданного размера. Затем строили интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц сорбента по размерам.

В приборе PHOTOCOR-FC рассеянный свет принимался фотоприемником. Сигнал с выхода фотоприемника обрабатывался цифровым коррелятором. Из полученной автокорреляционной функции компьютер вычислял распределение дисперсных частиц по размерам или их средний параметр.

Размеры частиц дисперсной фазы в суспензии прохода глауконита после сита с размером ячеек 10 мкм в изопропаноле определяли методом фотонной корреляционной спектроскопии с продолжительностью измерений 25 мин. (125-секундных измерений за 1 мин.).

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

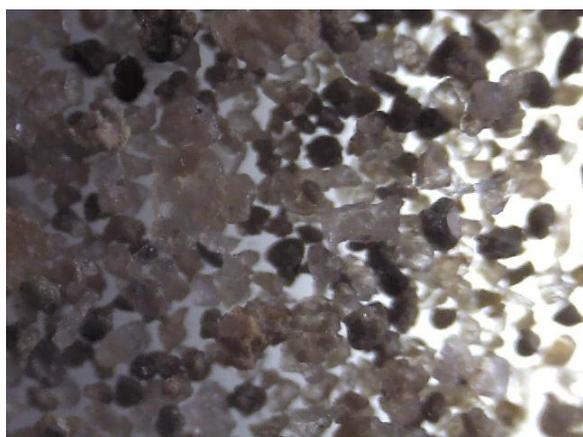
Результаты микроскопического анализа глауконита представлены на рис. 1. Из данных рис. 1 следует, что обогащение и прокаливание, т. е. предварительная обработка, практически не влияет на дисперсный состав глауконита. Ситовый анализ обогащенного глауконита позволил установить, что основная масса частиц имеет размеры 50...100 мкм.

Результаты микроскопического и ситового анализа совпадают в пределах ошибки эксперимента. Ошибка, вероятнее всего, возникает на стадии отбора пробы. Максимальное содержание частиц соответствует попе-

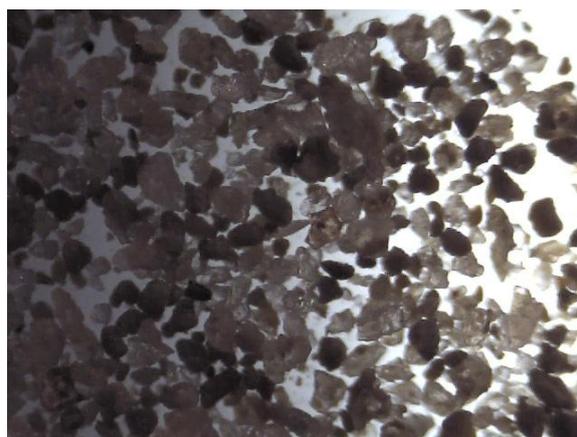
речнику ~ 50 мкм, причем оно несколько выше в случае глауконита при 40 %-ном обогащении. Доля частиц размером менее 10 мкм не превышает 20 %.

На основе прохода суспензии глауконита через сито с ячейками 10 мкм была приготовлена суспензия в изопропаноле. Выбор неводного растворителя обусловлен стремлением избежать искажений размеров частиц вследствие их гидратации. Исследования дисперсного состава подобных суспензий необходимы в силу того, что они позволяют определить поперечники частиц, находящиеся за пределами точности ситового и микроскопического анализа, а также указывают на возможность присутствия взвешенных частиц глауконита в среде, из которой происходит адсорбция. Результаты исследования прохода суспензии глауконита через сито с ячейками 10 мкм представлены на рис. 3 и в табл. 1.

Такие частицы не оседают в течение 25 мин. (время измерения) в среде, у которой плотность меньше плотности воды. Поскольку разность плотности глауконита и воды меньше, чем таковая глауконита и изопропанола, постольку скорость оседания  $U$  отдельных дисперсных частиц в воде будет еще меньше:  $U = (2/9)r^2(\rho_{\text{частицы}} - \rho_{\text{среды}})g/\eta$ , где  $r$  – радиус дисперсных частиц,



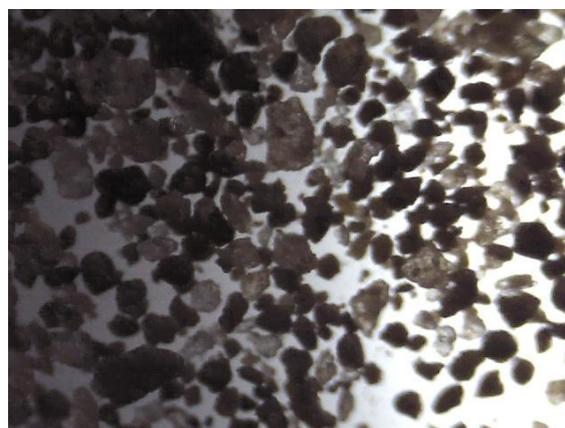
а)



б)



в)



г)

**Рис. 1.** Результаты микроскопического анализа обогащенного глауконита: а и в – 40 %-ное обогащение до (а) и после прокалывания (в); б и г – 90 %-ное обогащение до (б) и после прокалывания (г)

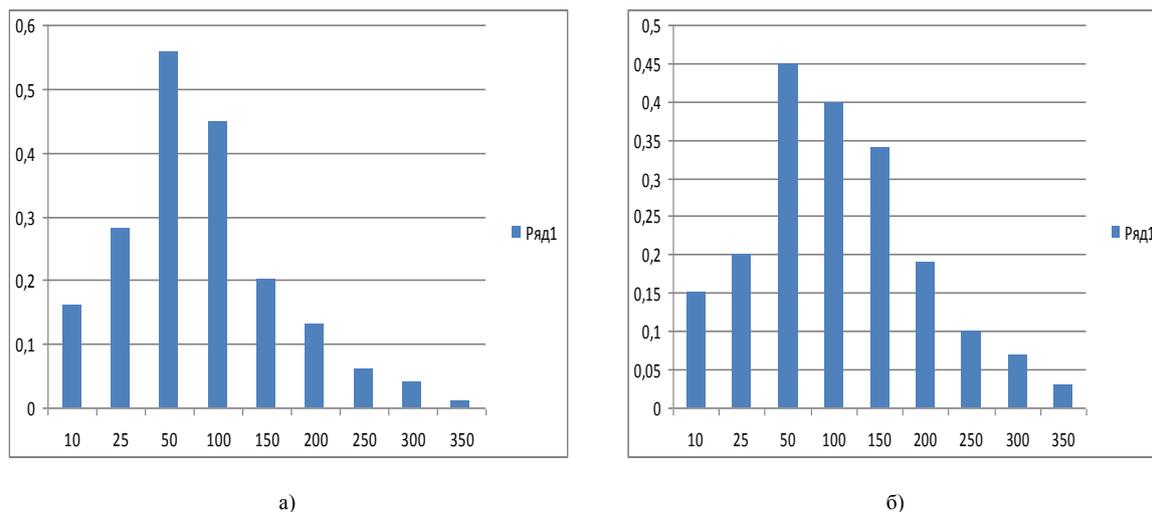


Рис. 2. Доля частиц непрокаленного глауконита как функция диаметров частиц в мкм по данным ситового анализа: а) обогащение 40 %; б) обогащение 95 %

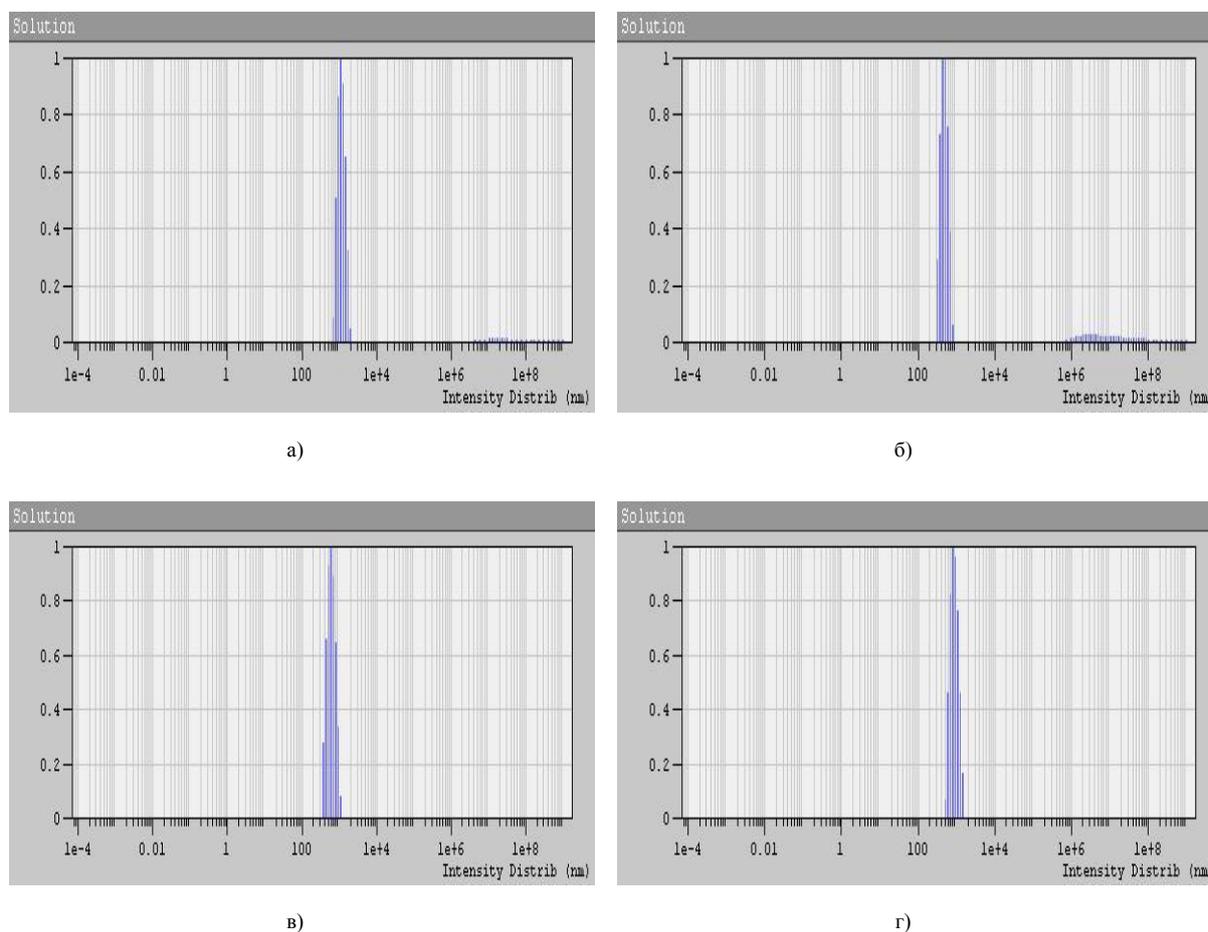


Рис. 3. Гистограмма суспензии прохода глауконита после сита с размером ячеек 10 мкм в изопропанол: а и б – обогащение 40 %; в и г – обогащение 95 %; а и в – непрокаленный; б и г – прокаленный

$\eta$  – вязкость дисперсионной среды. Это негативный фактор, который указывает на необходимость фракционирования материала для предотвращения уноса частиц сорбента, например, с текущей водой. Таким

образом, определение дисперсного состава глауконита позволяет выбирать оптимальный для данных условий гранулометрический состав сорбента и рассчитывать его удельную поверхность по формуле:

Таблица 1

Поперечники частиц, которым соответствует максимальное содержание в суспензии.  
STD – стандартное отклонение

Глауконит	40 % обогащение		95 % обогащение	
	непрокаленный	прокаленный	непрокаленный	прокаленный
Поперечник, мкм	1,1	4,8	6,2	9,0
STD	3,5	1,4	1,6	2,3

$$S_{уд} = \sum_i \omega_i S_i = \sum_i \omega_i \frac{3}{r_i}$$

где  $\omega_i$ ,  $r_i$ ,  $S_i$  – доля, удельная поверхность и средний радиус частиц  $i$ -й фракции.

Одно из практических приложений глауконита, важное для рядовых потребителей, – это очистка артезианской воды от солей жесткости и прочих поллютантов. При этом следует использовать фракционирован-

ный обогащенный и прокаленный сорбент с известной адсорбционной емкостью. Утилизация глауконита, исчерпавшего адсорбционную емкость, достаточно проста. Его можно использовать в качестве компонента строительных смесей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брек Д. Цеолитные молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 781 с.

Поступила в редакцию 25 сентября 2012 г.

#### Tanygina E.D. APPLICATION AND DISPERSE CONTENT OF GLAUCONITE

The disperse content of the Glauconite is investigated. The Glauconite is layer zeolite of Bondar's deposit of Tambov's region. It is shown, that sizes of maximum Glauconite particles are near 50...100 mcm by microscopic and sieve analysis. It is shown, that Glauconite contains particles, which size is less 10 mcm by method of dynamic light scattering. Such particles can form a suspension in media, in which the pollutant adsorption takes place. The application of enriched fractionated Glauconite is proposed for the artesian water purification.

*Key words:* glauconit; zeolite; particles sizes distribution; adsorption.

УДК 631.41

## ЭМИССИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ СОВРЕМЕННЫХ И ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ СУХИХ СТЕПЕЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© С.Н. Удальцов, Т.В. Кузнецова, В.А. Демкин

*Ключевые слова:* диоксид углерода; подкурганые палеопочвы; нитратная форма азота.

Методом закрытых камер оценена скорость эмиссии диоксида углерода *in situ* в летний период из современных и погребенных (I в. н. э.) почв сухих степей Нижнего Поволжья (Северные Ергени). Различия в скорости выделения C-CO<sub>2</sub> подкурганые палеопочвами и их современными аналогами зависели от типа почвы и в значительной степени были обусловлены более высокой влажностью почв, погребенных под курганами. Показано, что повышенное содержание нитратной формы азота в подкурганых палеопочвах (гор. А1) может служить индикатором сезонности сооружения курганной насыпи.

Почва является одновременно природным источником, стоком и резервуаром диоксида углерода [1–6]. Обмен CO<sub>2</sub> в системе почва–атмосфера включает в себя разнообразные биотические и абиотические процессы его образования, внутрипочвенного перемещения и трансформации, улетучивания в атмосферу и поглощения из атмосферного воздуха. Как известно [7–10], в палеопочвах, погребенных под культурными слоями, курганными насыпями, оборонительными валами и пр., до настоящего времени сохранились многие признаки и свойства, отражающие геохимические, климатические, биологические и многие другие условия их формирования и развития. Концентрация диоксида углерода в почвенном воздухе и скорость его обмена в системе почва – атмосфера служат отчетливым индикатором аэробных и анаэробных условий в почвенной среде, численности и активности микробного сообщества, характеризуют запасы легкоразлагаемых органических соединений, их минерализационную

способность, соотношение окислительных и восстановительных процессов трансформации углерода в почве [1–5].

*Цель данного исследования* – оценить размеры эмиссии диоксида углерода *in situ* из подкурганых палеопочв и из их современных фоновых аналогов в сухостепной зоне Нижнего Поволжья.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами изучения послужили подкурганые палеопочвы среднесарматского времени (I в. н. э.), а также их современные фоновые аналоги. Раскопки курганов проводились археологическими экспедициями Волгоградского государственного университета. Исследованный курганный могильник «Перегрузное» находится на западном склоне Северных Ергеней в пределах сухостепной зоны (подзона каштановых почв) на плоском межбалочном водоразделе у с. Пере-