



УДК 504.064.47:544.723.2

© 2011

Л. А. Аблаева, Е. А. Борисовская

## Перспективные направления использования природных глин для очистки урбанизированных территорий

(Представлено академиком НАН Украины Е. А. Кулишом)

*Розглянуто проблему зниження токсичності промислових відходів та захвату важких металів із забруднених ґрунтів за допомогою природних сорбентів. Досліджується поглинальна здатність каолінит-гідрослюдистої та бентонітової глин відносно важких металів. Встановлено можливість використання глин для зниження токсичності відходів та адсорбції важких металів з ґрунтів.*

Экологическое состояние окружающей природной среды в Украине в последние десятилетия заметно ухудшается. Развитие добывающей и обрабатывающей промышленности — химического и горного производств, транспорта и т. д. вызвало деградацию почв, оказывает влияние на качество подземных и поверхностных вод, воздуха. В результате техногенеза в биосфере появилось множество токсичных химических элементов, среди которых отмечают такие тяжелые металлы, как ртуть, мышьяк, свинец, никель, кадмий и др.

Из научных разработок по проблеме защиты окружающей среды от загрязнений наиболее значимы: поиск и создание материалов, способных надежно закреплять тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества в объектах природной среды [1]. При решении данных задач в природоохранной практике наибольший интерес представляет использование глин для защиты и улучшения качества окружающей природной среды: для очистки сточных и питьевой вод; для почв, загрязненных тяжелыми металлами; для создания буферных зон вокруг хранилищ токсичных отходов; для улучшения качества почв и т. д. [2].

Авторами настоящего сообщения показана возможность применения глин на примере Кудринского и Никопольского месторождений Украины для адсорбции тяжелых металлов в почвах и снижения токсичности промышленных отходов. В качестве объектов исследования использовали бентонитовую глину Кудринского месторождения и каолинит-гидрослюдистую глину Никопольского месторождения.

Минеральный состав бентонита: основной глинистый минерал диоктаэдрический монтмориллонит (90–95%) с незначительной примесью гидрослюды (до 5%). Из неглинистых минералов в качестве примесей присутствуют кальцит, кварц, мусковит, полевои шпат.

Минеральный состав каолинит-гидрослюдистой глины: монтмориллонит (70–75%), желтый каолинит (5–10%), из минералов-примесей присутствуют кварц, гидроокислы железа. Сумма обменных катионов бентонитовой глины составляет 100,0–136,0 мг-экв/100 г глины, каолинит-гидрослюдистой глины 20,0–40,0 мг-экв/100 г глины. По генетическому типу бентонитовая глина характеризуется туфогенно-осадочным происхождением, каолинит-гидрослюдистая глина — осадочным.

**Опыт № 1.** Для исследования сорбционных способностей глин были проведены экспериментальные исследования по применению бентонитовой суспензии для санирования территории, загрязненной тяжелыми металлами. Исследования проводились на территории Севастопольского цеха ЗАО “Крымвтормет”, расположенной в промзоне г. Севастополя, в его восточной части в 9 км от центра города и 1,5 км от границы жилых районов — в месте впадения р. Черной в Севастопольскую бухту. Производственное объединение имеет три цеха: склиз, где производится крупная резка судов; цех резки цветных металлов и промышленный цех резки гидравлическими ножницами. На данной территории специализированными эколого-геохимическими исследованиями, выполненными сотрудниками УкрГИМР Ю. А. Новиковым и Л. Н. Новиковой, установлено интенсивное техногенное загрязнение тяжелыми металлами (свинец, медь, ртуть, цинк, сурьма и кадмий), содержания которых превышают ПДК в 2–83 раза [3].

Для опытных исследований брали образцы глин в карьере Кудринского месторождения из пласта бентонита, близко находящегося от земной поверхности. На основе этих образцов готовились суспензии различной концентрации 30, 20 и 10%. Натриевая глина считается наиболее активной, поэтому наряду с обычными готовились суспензии с добавлением щелочи  $\text{NaHCO}_3$  (3–5%). Такие суспензии бентонитовой глины однородны, обладают тиксотропностью, что позволило наносить суспензию на загрязненный участок без стекания, и следовательно, без переноса частиц, загрязненных тяжелыми металлами. Приготовленная бентонитовая суспензия равномерно распределялась на участки площадью 0,25 м<sup>2</sup> разной степени загрязнения. Расход раствора составил 2,0 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup>. В опыте 1 каждый из этапов состоял из нанесения суспензий на определенный участок, выдерживания их до высыхания и самоотслаивания (1–2 сут) и сбора высохшей пленки. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Сравнение результатов показывает общую закономерность: больше всего загрязненных частиц захватывается 10%-й суспензией бентонита. Опытными исследованиями установлено, что бентонитовая глина обеспечивает сорбцию металлов: цинка до 80%, меди — 78%, кадмия — 80%, свинца — 50%.

**Опыт № 2.** Вторым объектом исследования является каолинит-гидрослюдистая глина, являющаяся попутным продуктом добычи марганцевой руды Никопольского месторождения. Образцы глины были отобраны в Чкаловском карьере Орджоникидзевого ГОКа. Объектом обезвреживания служили отходы Днепропетровского завода термической переработки твердых бытовых отходов (ТБО) — шлак и зола-унос. В отходах мусоросжигательного завода содержатся тяжелые металлы, полиароматические углеводороды, диоксины и фураны [4–7]. Для оценки результативности поглощения глиной тяжелых металлов, содержащихся в исследуемых отходах, шлак и зола-унос в лабораторных условиях были обработаны 10, 20, 30 и 40%-й суспензией зеленой глины. Отходы смачивались приготовленной суспензией глины в количестве 35 мл в случае со шлаком и 50 мл — с золой-уноса, так как данные отходы имеют различную смачиваемость. В табл. 2 приведены результаты определения содержания тяжелых металлов в глине после взаимодействия с отходами, превыша-

ющего исходные величины в глине в десятки раз. Сравнение коэффициентов концентрации вредных веществ в активированной и неактивированной щелочью глине свидетельствуют о том, что добавление  $\text{NaHCO}_3$  в суспензию глины не дает ощутимого результата.

Наилучший эффект был достигнут при обработке шлака и золы-уноса суспензией с 20%-й концентрацией зеленой глины (см. табл. 2).

Опытными исследованиями установлено, что каолинит-гидрослюдистая глина обеспечивает сорбцию металлов: цинка до 67%, кадмия 50%, меди 70 %, свинца 75%, хрома 75%. Результаты экспериментов позволяют рекомендовать обрабатывать размещенные на полигоне отходы 20%-й глинистой суспензией, обеспечить обезвреживание продуктов сжигания ТБО, снизить уровень миграции тяжелых металлов из отходов в окружающую среду и гарантировать экологическую безопасность территорий складирования отходов.

Таким образом, согласно данным проведенных исследований, необходимо отметить следующее.

Для урбанизированных территорий целесообразно использовать бентонитовые глины Кудринского месторождения. Для очистки территорий от тяжелых металлов рекомендуется автоматизировано распылять бентонитовую суспензию на асфальтированную поверхность, стены и пол помещений цехов предприятий. Использованный бентонит можно применять

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в бентонитовой глине до и после санирования территории ЗАО «Крымвгормет», мг/кг

Проба	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Co	Cr
Почва	1500	15	2500	320	—	—	—
Участок 1							
10% глины	1200	12	320	250	150	10	100
20% глины	1000	12	200	220	80	8	80
30% глины	900	8	140	150	40	8	40
Участок 2							
10% глины	630	10	1000	200	63	12	150
20% глины	600	8	800	80	40	10	120
30% глины	500	8	630	120	32	6	100
Участок 3							
10% глины	1000	10	1500	250	120	20	120
20% глины	800	6,3	1000	180	80	15	100
30% глины	450	5	700	50	60	8	100

Примечание. Участок: 1 — территория склиза; 2 — площадка резки цветных металлов; 3 — цех резки с установкой гидравлических ножниц.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в каолинит-гидрослюдистой глине до и после обработки продуктов сжигания ТБО, мг/кг

Проба	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Co	Cr	Mn
Шлак	1500	10	400	700	85	15	400	750
10% глины	500	1	300	150	10	7	200	500
20% глины	300	2	300	150	15	7	200	500
30% глины	1000	5	300	500	30	10	300	600
40% глины	300	2	200	100	15	10	200	300
Зола-унос	4000	60	550	300	30	13,5	400	700
10% глины	3000	50	200	250	20	10	350	500
20% глины	1500	7	450	200	25	10	350	600
30% глины	700	5	400	100	20	7	200	500
40% глины	700	5	350	100	25	7	300	500

в качестве уплотняющей добавки к тяжелым бетонам [8], для дорожного полотна. Добавка в виде водной суспензии или порошка вводится в бетонную смесь из расчета 10% добавки от массы цемента. Введение бентонитовой глины в состав тяжелого бетона повышает морозостойкость и водонепроницаемость изделий, удобоукладываемость бетонных смесей.

Зеленая глина Никопольского месторождения марганцевых руд, извлекаемая на Орджоникидзевском ГОКе в качестве отходов добычи минерального сырья (вскрышная порода), обладает значительной поглотительной способностью по отношению к тяжелым металлам (эффективно сорбирует токсичные элементы I класса опасности). Поэтому ее можно рекомендовать для обезвреживания продуктов сжигания ТБО концентрацией  $\pm 20\%$ , что обеспечит уменьшение содержания тяжелых металлов в шлаке в среднем на 50%, в золе-уноса — на 35%. Это позволит снизить уровень миграции тяжелых металлов из отходов в окружающую среду и снизит риск загрязнения территорий.

Проведенные исследования определяют направления эффективного использования глин украинских месторождений и являются перспективным для дальнейших исследований.

1. *Movchan N., Fedorenko Y., Zlobenko B., Spigoun A.* Natural sorbents for decontamination of objects of urban territories // *The radiological consequences of the Chernobyl accident.* – Minsk, 1996. – No 1. – P. 515–518.
2. *Тарасенко В. С., Буглак Н. П., Кириченко Л. П., Каладзе Н. Н.* Природные глинистые сорбенты Крыма и перспективы их использования в народном хозяйстве и здравоохранении // *Вестн. физиотерапии и курортологии.* – 1996. – № 3. – С. 36–38.
3. *Новикова Л. Н., Новиков Ю. А.* Оценка экологического состояния природной среды районов химических предприятий и курортных зон по геохимическим данным // *IV Объедин. симп. по пробл. прикл. геохимии, посвященный памяти ак. И. В. Таусона.* – Иркутск, 1994. – С. 76–77.
4. *Gesmebasi Erol.* Metal emissions from municipal solid waste (MSW) incinerators // *Particul. Sci. and Technol.* – 1988. – 6, No 4. – С. 365–380.
5. *Горовая А. И., Лапицкий В. Н., Борисовская Е. А., Павличенко А. В.* Биоиндикация токсичности и мутагенности шлака Днепропетровского мусоросжигательного завода // *Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту.* – 2004. – № 6. – С. 79–81.
6. *Крайнюк Е. В., Ольгинский А. Г.* Экологические аспекты использования шлака мусоросжигательного завода при производстве строительных материалов // *Вісн. Сум. ун-ту.* – 2002. – № 9(42). – С. 149–152.
7. *Жудина В. И., Майстренко О. Ф.* Оценка влияния отвалов продуктов сжигания твердых бытовых отходов на окружающую среду // *Утилизация отходов, организация и контроль полигонов.* – Одесса: Одес. центр науч.-техн. информации, 1999. – С. 117–119.
8. *Шмигальский В. Н.* Научные основы повышения эффективности применения добавок в бетонах // *Стр-во и техн. безопасность.* – 1999. – Вып. 2. – С. 103–104.

*Институт геохимии окружающей среды  
НАН Украины и МЧС Украины, Киев  
Национальный горный университет, Днепропетровск*

*Поступило в редакцию 13.10.2010*

**L. A. Ablayeva, E. A. Borisovskaya**

### **Perspective usage directions of clays for environmental protection**

*The problem of industrial waste toxicity reducing and capture of heavy metals from polluted soils by natural sorbents is studied. The absorbing ability of kaolin-hydromica and bentonite clays is probed in relation to heavy metals. The possibility to use clays for the industrial waste toxicity reducing and the adsorption of heavy metals in soils is established.*