

УДК 622.693.26:553

ГЕОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИКОНА ШАХТЫ «ТЕРНОВСКАЯ»

Киселев Н. Н., Шевченко Е. Н., Туманов В. В., Филатов В. Ф.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Вернигора В. Н.
(ДТЭК, г. Донецк, Украина)

Пономаренко А. Н.
(Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. М. П. Семененко НАНУ, г. Киев, Украина)

У статті дана методика оцінки принципової можливості використання породної маси відвала в промисловості, будівництві і сільському господарстві, яка включає комплекс геодезичних, геофізичних і хіміко-аналітичних досліджень.

Evaluation method of the possibility in principle of using refuse pile rock mass in iron and steel industry, building industry and agriculture is described. The method includes a set of geodetic and geophysical surveys and chemical analysis.

Терриконы являются неотъемлемой частью ландшафта горнопромышленных регионов Украины. Их влияние на экологию исключительно негативное. Обусловлено это тем, что с течением времени в отвальной массе террикона возникают и активно протекают процессы выветривания пород, выщелачивания их водными растворами и окисления, которые приводят к изменению физических и химических свойств массива. Образующиеся при этом вредные вещества выбрасываются в атмосферу, попадают в почву и грунтовые воды. В настоящее время отсутствует системный и комплексный подход к вопросу оценки перспектив использования породных отвалов, содержащих отходы угледобычи и углеобогащения. В то же время, породные отвалы начинают рас-

сматриваться как техногенные месторождения, содержащие значительное количество полезных компонентов. По химическому составу отходы угледобычи и обогащения углей представлены оксидами кремния, алюминия, кальция и магния и представляют собой важное сырье для производства нерудных строительных материалов, источник для получения редких и рассеянных элементов, минеральных добавок для улучшения почв, удобрений для сельского хозяйства и др. Вовлечение в переработку техногенного сырья обеспечивает освобождение занимаемых им земель, их рекультивацию и улучшение экологической обстановки за счет ликвидации источников загрязнения окружающей среды.

Разработка эффективных мероприятий по минимизации негативного воздействия террикона на окружающую среду и оценка перспектив использования породных отвалов, возможна только на основе надежной информации о физико-химическом и структурном состоянии террикона. Для получения этой информации требуется проведение специальных геолого-экологических и геофизических исследований.

Такие исследования в этом году были выполнены специалистами УкрНИМИ НАН Украины на территории породного отвала № 1 ПАО «ДТЭК шахта Терновская, ПСП «Шахтоуправление Павлоградское».

Для изучения состояния породного отвала и подстилающего массива в его основании из сейсморазведочных методов был выбран корреляционный метод преломленных волн (КМПВ), из электроразведочных – метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ).

Съемочные геодезические работы проводились электронным тахеометром Sokkia SET 330R и наземной лазерной сканирующей системой Riegl Z420i.

Топографическая съемка была выполнена в границах, отмеченных заказчиком, и составляла 18 га. Система координат – СК63. Система высот – Балтийская. Полученные топографо-геодезические материалы по основным техническим показателям, качественным характеристикам удовлетворяют требованиям СНиП 1.02.07-87 и инструкции ГКНТА 2-04-02-98.

В результате выполнения этапа была построена объемная модель отвала № 1, которая послужила в дальнейшем базой для всех геолого-геофизических и геохимических цифровых моделей и позволила корректно подходить к вопросам обработки и интерпретации экспериментальных геофизических и геохимических данных (рис. 1).

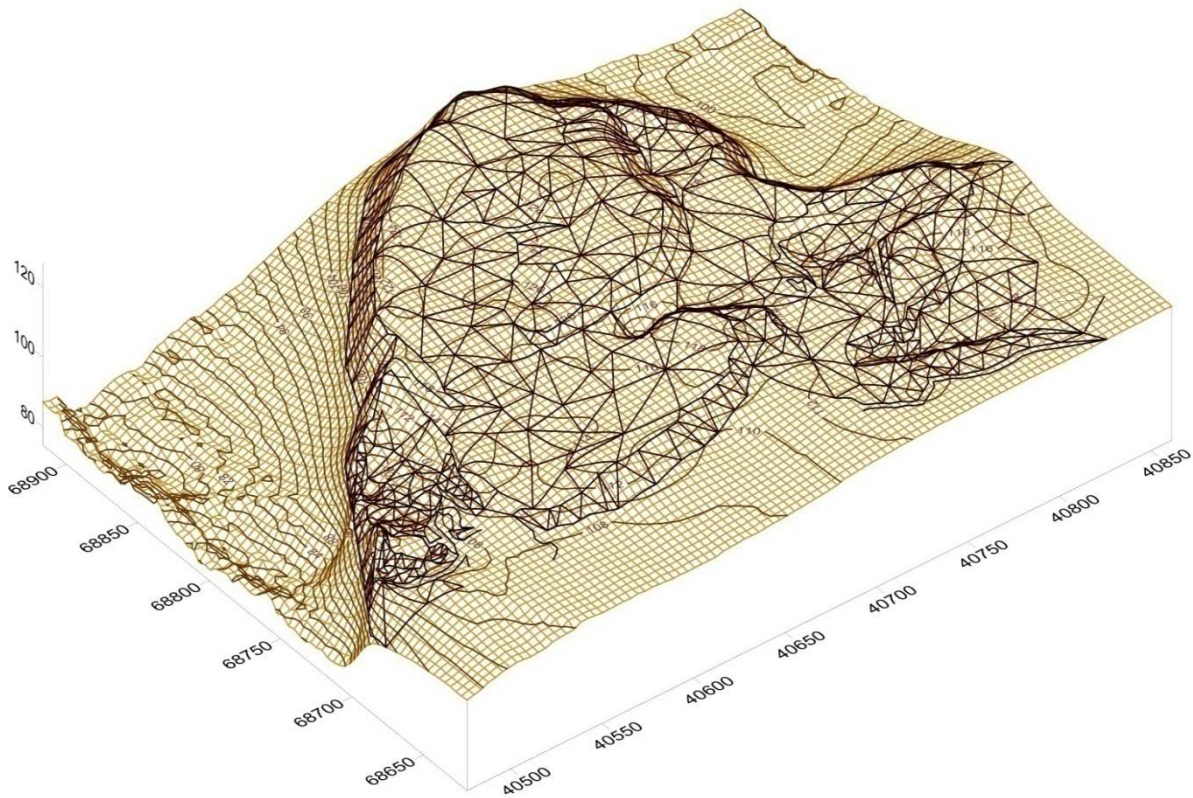


Рис. 1. Цифровая модель рельефа поверхности и отвала № 1

Отбор проб с поверхности террикона осуществлялся методом конверта, по ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». Схема точек отбора проб представлена на рисунке 2. Всего отобрано 60 проб. Отбор проб из массива террикона шахты «Терновская» осуществлялся с помощью малогабаритной буровой установки МБАК. Производилось бурение скважин диаметром 70 мм, и пробоотборником отбирались с шагом 4 м образцы породы из скважин.

Всего было пробурено 15 скважин. Схема расположения скважин на поверхности террикона представлена на рисунке 2. Отобрано 30 проб породы из скважин.

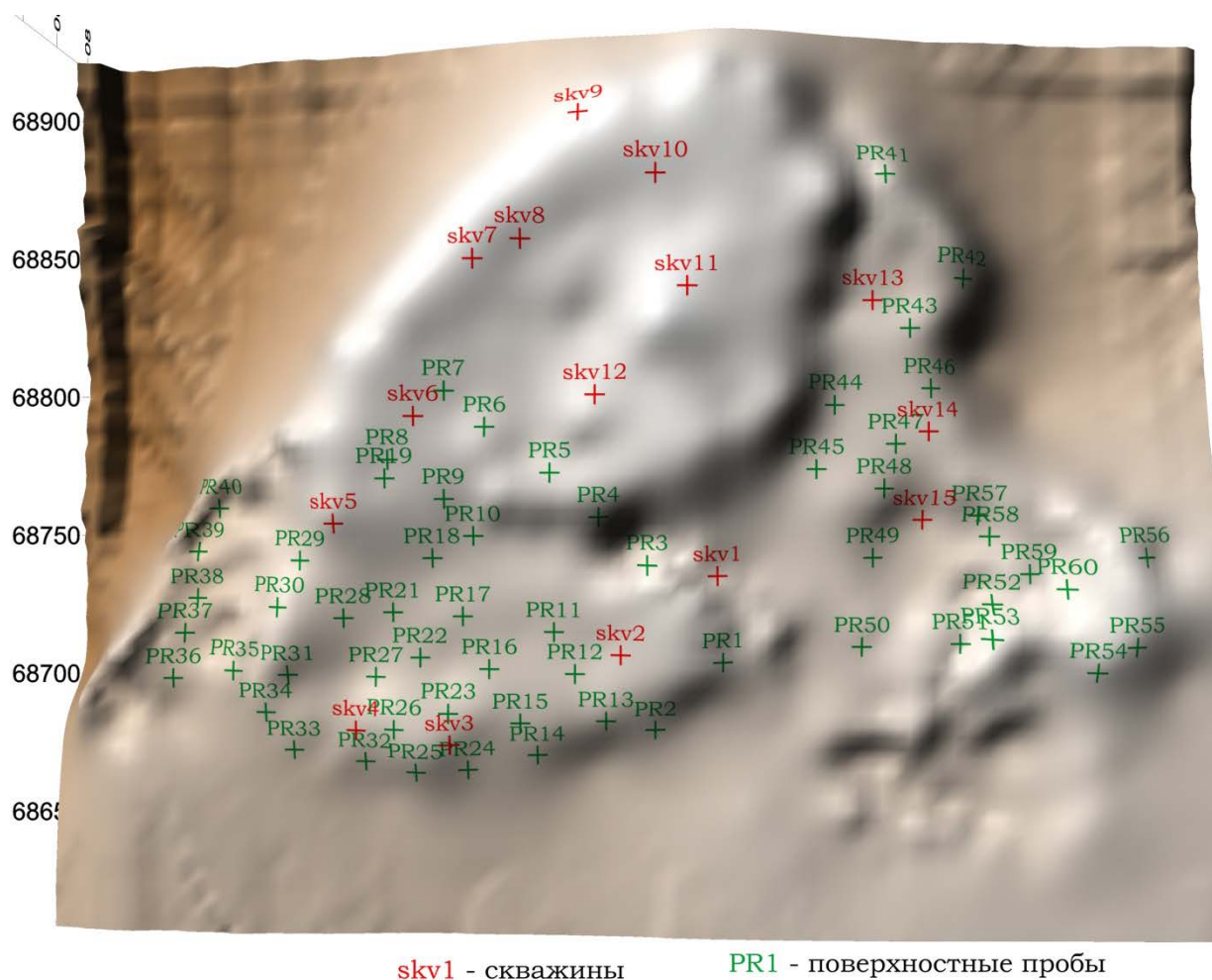


Рис. 2. 3D поверхність отвала № 1 с визуализацией расположения скважин и мест отбора поверхностных проб

В таблице 1 представлено минералогическое описание скважинных проб по некоторым шлифам, полученным из них.

Мониторинг техногенно загрязненных отвалов шахтной породы, грунтов является одной из актуальных задач охраны окружающей среды. В ряду многочисленных загрязнителей природы главными считаются тяжелые металлы: ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, цинк, никель. Опасность присутствия тяжелых металлов в окружающей среде заключается в том, что они не разрушаются, не распадаются, а существуют до 1000 лет, переходя из одной формы в другую (оксиды, соли, металлоорганические соединения и пр.).

Таблица 1

Результаты микроскопического исследования шлифов горной породы отвала № 1 шахты Терновская

№ шлифа	Минералы
№ 1	Основная масса сложена агрегатом мелкозернистых слюд, полевой шпат, гидроокислы железа. В ней наблюдаются обломки кварца и халцедона.
№ 2	Мелкозернистые обломки кварца, плагиоклаза, мусковита, калишпата, халцедона в ксеноморфном рудном веществе (гидроокисиды).
№ 19	Основная масса сложена гидроокислами железа. В ней наблюдаются лейсты плагиоклаза и замутненного кварца.
№ 20	Основная масса сложена кварцевой массой, окрашенной гидроокислами железа, с редкими лейстами плагиоклаза
№ 42	Основная масса сложена кварцем, загрязненным гидроокислами железа с чешуйками слюды. В ней наблюдаются мелкие обломки полевого шпата, апатит, халцедон.
№ 44	Основная масса сложена гидроокислами железа. В ней наблюдаются обломки кварца, полевого шпата.

Анализ отечественной и иностранной литературы свидетельствует, что в геохимии все больше внимания уделяется исследованию тяжелых металлов, и особенно бериллию и селену в грунтах.

Определение тяжелых металлов и селена в объектах окружающей среды и горных породах до сегодняшнего дня было чрезвычайно сложной аналитической задачей.

Содержание редких, благородных элементов и селена определяли масс-спектрометром с индукционно связанной плазмой (ICP-MS) анализатора Element-2 (Германия). В качестве внутреннего стандарта использовали индий (^{115}In), в качестве внешнего – стандарты СГД-1А, СГД-2 (Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН) [3].

Разработанные аналитические схемы разложения горных пород и минералов с использованием микроволнового поля позволяют значительно уменьшить продолжительность и трудоемкость пробоподготовки. Получены результаты ICP-MS определения содержания микроэлементов в природных объектах без предварительного концентрирования. Разработан комплекс методик ICP-MS определения содержания редких и благородных металлов в горных породах в диапазоне от 10 до 100 ppm с относительным стандартным отклонением 0,1–0,2. В результате выполненных работ:

1. Изучен химический состав породообразующих силикатов, определены содержания макрокомпонентов SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 , H_2O (рис. 3).

2. Результаты микроскопного исследования шлифов из горной породы отвала № 1 показали, что основная масса сложена агрегатами мелкозернистых слюд, полевого шпата, гидроокислов железа, обломков кварца, плагиоклаза (таблица 1).

3. Определено содержание токсичных элементов (1, 2, 3 класса токсичности); особенно токсичные Be , Cd не превышают ПДК, превышают незначительно Cu , Pb .

4. Установлено содержание РЗЭ и построены диаграммы их распределения в отвале (рис. 4). Содержание РЗЭ не превышает средних значений кларков в земной коре по А. П. Виноградову.

5. Содержание Ge в отвале на уровне кларков; содержание благородных металлов Au на уровне 10^{-6} – 10^{-7} %.

6. Содержание селена в отвале в диапазоне 1–3 ppm, что превышает значения кларков в земной коре.

7. Рекомендовано использование отвала для производства биоактивных добавок и смесей. Это обусловлено высоким содержанием селена в отвале. Биоактивные смеси используются в агропромышленном комплексе для защиты почв от загрязнения.

8. Построены объемные модели распределения химических элементов на поверхности отвала шахты Терновская, одна из которых в качестве примера показана на рисунке 5.

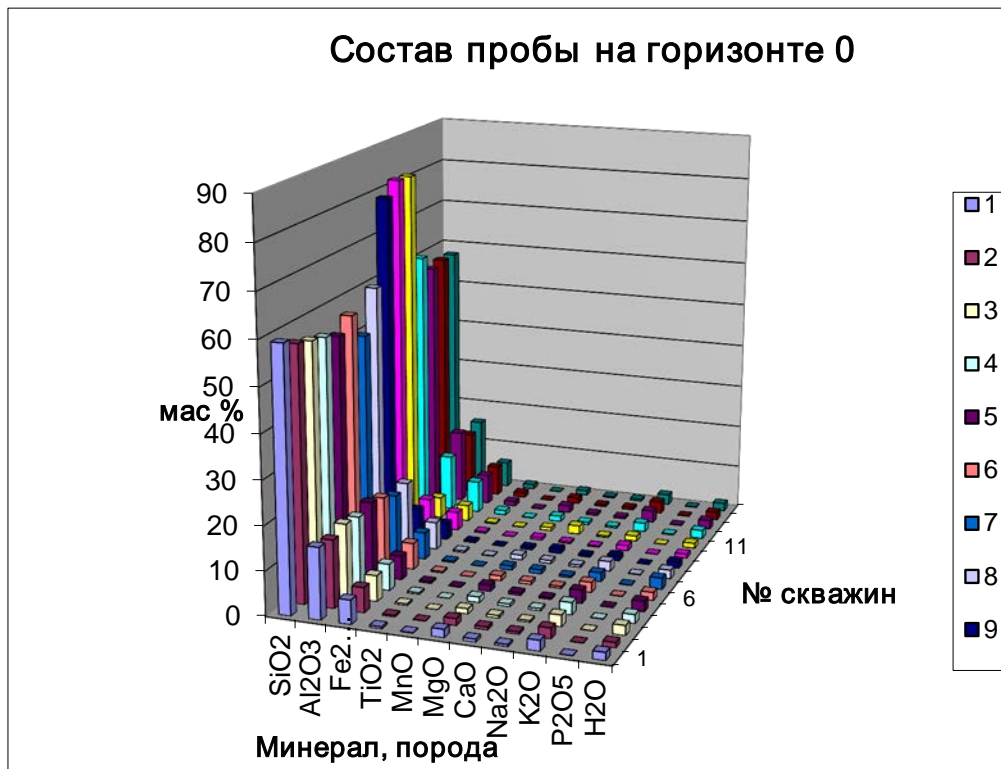


Рис. 3. Процентный состав окислов в пробе на горизонте 0 м

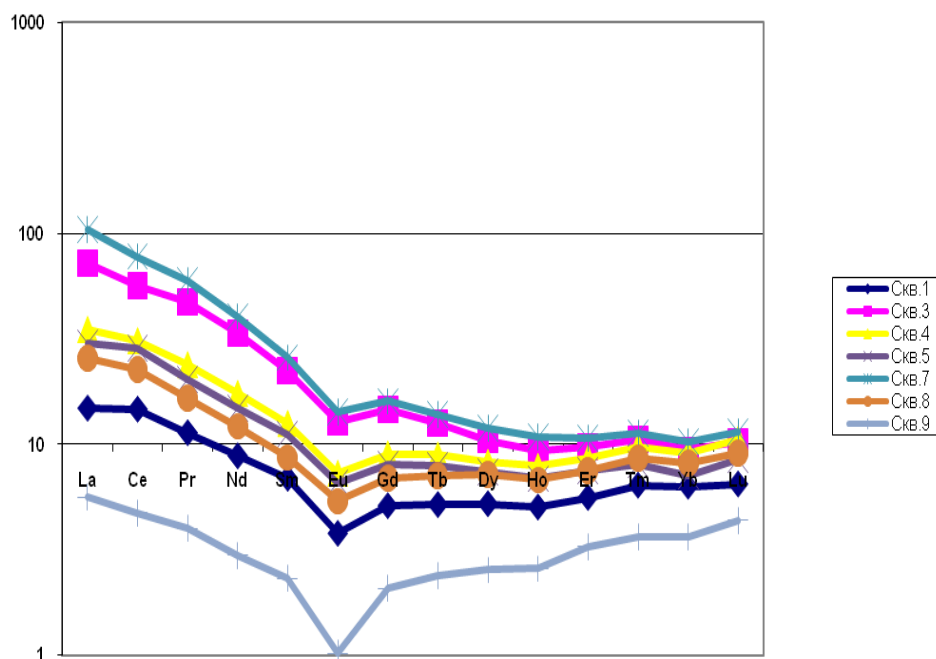


Рис. 4. Диаграммы распределения РЗЭ относительно хондрита в скважинах № 1–9

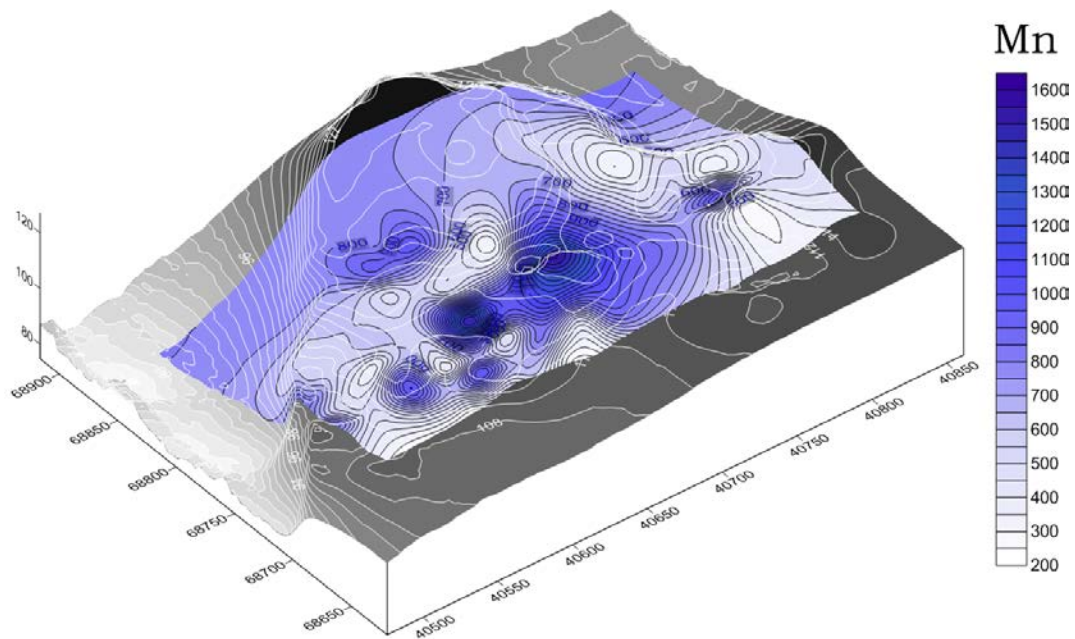


Рис. 5. Объемная модель распределения Mn по поверхности отвала ш. Терновская

Выводы.

1. Для оценки принципиальной возможности использования породной массы отвала в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве необходимо выполнить геолого-экологическое и геофизическое исследование отвала, которое должно включать в себя следующие этапы: тахеометрическая съемка породного отвала с плановой и высотной привязкой точек опробования и геофизических профилей, построение объемной модели отвала; изучение геофизическими методами состояния породного отвала и подстилающего массива в его основании, построение разрезов распределения геофизических параметров, выявление областей разуплотнения и повышенной влажности материала отвала; проведение отбора проб по поверхности рыхлых отложений отвала; выполнение аналитических исследований по определению основных окислов, токсичных элементов, редких и рассеянных элементов масс-спектрометром с индукционно связанной плазмой (ICP-MS); обработку и анализ полученных результатов.

2. На основании выполненных этапов сделано заключение о возможности его разработки как техногенного месторождения нерудного и строительного сырья.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Огильви А. А. Основы инженерной геофизики [Текст] / А. А. Огильви. — М. : Недра, 1990. — 468 с.
2. Никитин В. Н. Основы инженерной сейсмологии [Текст] / В. Н. Никитин. — М. : Изд-во МГУ, — 1981. — 76 с.
3. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов. — М., — 1997, т. 5 — 575 с.