

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На территории СССР находится около 460 самостоятельных месторождений и бассейнов, в которых сосредоточено более 6790 млрд т каменного и бурого угля. Они занимают площадь от нескольких единиц до сотен тысяч квадратных километров. Угольная промышленность играет важную роль в социалистической индустрии. Уголь остается основным видом топлива при выработке электроэнергии и тепла, а также незаменимым энерготехнологическим сырьем для металлургии.

В процессе добычи угля и сланца ежегодно извлекается большое количество пустой породы, складываемой в отвалы на поверхности земли. В отрасли насчитывается более 2 тыс. природных отвалов. Объем находящихся в них вскрышных и вмещающих пород свыше 3,3 млрд. м³, для размещения которых требуются значительные земельные площади. В 1986 г. общая площадь, занимаемая отвалами, превышала 10 тыс. га. Породные отвалы, занимая плодородные земли, служат к тому же одним из основных источников загрязнения окружающей среды в угледобывающих районах. Наиболее интенсивному влиянию подвергаются поверхностные и подземные воды, через которые отрицательное воздействие передается другим элементам природной среды. В районах угледобычи ухудшается санитарная обстановка, загрязненные воды в силу своих специфических особенностей могут разрушающе воздействовать на материалы инженерных сооружений. Воздействие химически активных подземных вод на горные породы приводит к изменению их физико-механических характеристик, что, в свою очередь, может вызвать просадку и деформацию зданий, оползни и другие опасные геологические процессы.

Породные отвалы представлены обломками аргиллита, песчаника, известняка с включением угля. Они складываются в виде терриконов высотой до 80 м, которые из-за наличия в них горючих веществ возгораются. Горелые породы отвалов кирпично-красного цвета имеют следующие характеристики: плотность частиц 2,50—2,65 г/см³, объемная масса 1,45—1,50 г/см³, угол внутреннего трения 21—30°, удельное сцепление 0,002—0,025 МПа, модуль деформации 15—20 МПа. Замачивание перегоревших пород приводит к снижению сжимаемости и уменьшению модуля деформации в 1,5—2 раза [1].

Для пород отвалов характерна существенная геохимическая неоднородность, обусловленная неоднородностью вещественного состава разрабатываемой толщи, технологией добычи и особенностями процессов преобразования углеотходов на земной поверхности в результате выветривания, горения. Состав угленосной толщи определяется палеогеографическими условиями ее образования и во многом зависит от окислительно-восстановительного потенциала в момент формирования. Обстановка может меняться от окислительной до сильновосстановительной и характеризуется присущими ей минеральным составом, микрокомпонентами и типами углей [2]. При формировании отложений угольных бассейнов нередко происходит смена обстановок как по площади, так и во времени, что обуславливает существенную литологическую неоднородность толщи и соответственно пород отвалов.

Анализ исследований, проведенных на угольных месторождениях, показывает, что их разработка сопровождается значительным увеличением в водах большинства химических элементов [3]. За рубежом уделяется значительное внимание влиянию складирования отвалов на загрязнение подземных и поверхностных вод. Например, по данным наблюдений в провинциях Альберта и Британской Колумбии (Канада) [4], в водах, вытекающих из шахтных отвалов, общее количество растворенных твердых веществ существенно увеличивается. Исследования, проведенные на двух участках дорожных насыпей из пород шахтных отвалов в ФРГ (земля Северный Рейн —

Баньковская В.М., Максимович Н.Г. Геохимические изменения природной среды в районах размещения отвалов угледобывающей промышленности// География и природные ресурсы.-1989.-№2.-С.42-45. /0,25/ Вестфалия) [5], показали, что в грунтовых водах увеличивается концентрация хлоридов и сульфатов, образующихся при окислении сульфидов и органически связанной серы. Окисление продолжается десятки лет. Высокая концентрация сульфатов достигается через некоторое время и сохраняется десятилетиями, например в старом отвале шахты — более 60 лет.

Институтом ВНИИОСуголь Минуглепрома СССР и Естественнонаучным институтом при Пермском государственном университете проведено комплексное изучение влияния отвалов шахт на загрязненность грунтов и подземных вод. Исследования выполнены в Кизеловском, Подмосковном, Львовско-Волынском, Донецком, Кузнецком угольных бассейнах. Работы проводились как в районах складирования отвалов, так и на участках, где эти породы использовались как строительные материалы. Изучались закономерности движения и гидрохимические особенности подземных вод, состав и свойства пород. Гидрогеологические исследования включали бурение скважин, гидрохимическое и микробиологическое опробование, режимные наблюдения. Для наблюдения за динамикой подземных вод использовались геофизические методы: электроразведка, гравиметрия. При изучении состава и свойств пород применялись рентгеноструктурный, шлиховой, валовой химический анализы, электронно-микроскопические и другие исследования, проводились водные вытяжки. В лабораторных условиях изучались закономерности перехода в раствор подвижных компонентов пород [6]. Полевое опробование производилось в радиусе 250—300 м от породного отвала и на участках использования этих пород как строительных материалов.

Параметры зон загрязнения и влияния отвалов на грунтовые воды зависят от таких факторов, как состав пород, слагающих отвалы, форма и размеры отвалов, природно-климатические условия и др. Отвалы шахт обычно расположены на водораздельных пространствах и их склонах (Подмосковский, Кузнецкий бассейны, восточная часть Донецкого); в поймах рек (Львовско-Волынский и Западный Донбасс).

Грунтовые воды на прилегающих к отвалам водораздельных пространствах и склонах приурочены к покровным четвертичным суглинкам с коэффициентом фильтрации от 0,005 (Кузнецкий бассейн) до 0,5 м/сут (Восточный Донбасс). В поймах рек (Западный Донбасс, Львовско-Волынский бассейн) водоносные пески и супеси характеризуются коэффициентом фильтрации от 0,1 до 10 м/сут. Глубина залегания грунтовых вод на обследованных территориях составляла от 0,5 до 4 м.

Общая направленность процессов преобразования пород отвалов определяется существенным изменением окислительно-восстановительного потенциала среды — сменой восстановительной обстановки, характерной для большей части угленосных отложений уже на небольшой глубине, окислительной при извлечении их на поверхность. Воздействие кислорода и воды приводит к интенсивному выветриванию пород. Продукты этого процесса транспортируются подземными и поверхностными водами на значительные расстояния.

В породах обследованных отвалов содержатся легкорастворимые соли. Наиболее засолены породы отвалов Подмосковского бассейна и Восточного Донбасса — от 1,5 до 4,3 %. Средняя степень засоления характерна для пород отвалов Западного Донбасса и Львовско-Волынского бассейна (до 1 %) и весьма низкое засоление — для отвалов Кузнецкого бассейна (от 0,03 до 0,09 %). В пределах одного географического района встречаются породы разной степени засоления.

Химическую активность отвалов во многом определяет наличие в них различных соединений серы. Породные отвалы (кроме Кузнецкого бассейна) содержат примеси сульфидов железа (пирит, марказит), органических соединений серы, гипса. Процесс окисления пирита идет с образованием серной кислоты, окислов и гидроокислов железа. При этом образуется кислая среда с рН от 2 до 6, способствующая растворению солей и химическому разложению вторичных алюмосиликатов (содержание алюминия в водной вытяжке 6—106 мг·экв на 100 г грунта). Значительную роль в процессах окисления

Баньковская В.М., Максимович Н.Г. Геохимические изменения природной среды в районах размещения отвалов угледобывающей промышленности// География и природные ресурсы.-1989.-№2.-С.42-45. /0,25/ играют тионовые бактерии. По данным Д. Д. Ландгрена [7], скорость бактериального окисления дисульфида железа в условиях кислой среды в сотни тысяч — миллионы раз выше скорости химического окисления.

Влияние отвалов шахт на химический состав подземных вод прилегающих территорий зафиксировано на всех изучаемых объектах (21 отвал). Изменение геохимической обстановки проявилось в увеличении концентрации некоторых химических компонентов относительно фоновых их значений, характерных для природного состава подземных вод [8]. Наиболее интенсивному загрязнению подвержены грунтовые воды в зонах влияния отвалов шахт Подмосковского и Кизеловского угольных бассейнов, сложенных токсичными пиритизированными породами. Содержание таких химических компонентов, как железо, сульфаты, магний, превышает здесь фоновые значения в 100 и более раз.

Для грунтовых вод в зонах влияния отвалов шахт Восточного Донбасса и Львовско-Волынского бассейна характерно сульфатно-магниевое-натриевое и сульфатно-хлоридно-магниевое загрязнение. Концентрация сульфатов, магния, натрия, хлоридов выше фоновых значений в 7—10 раз. Зоны загрязнения грунтовых вод приурочены к отрицательным формам рельефа, к местам аккумуляции поверхностного стока с отвалов. По мере удаления от отвала загрязнение грунтовых вод уменьшается. Установлены две зоны влияния отвалов на грунтовые воды: интенсивного изменения со значительным превышением химических показателей над фоном (в 50 и более раз) и неустойчивого незначительного загрязнения (превышение в 2—3 раза только некоторых специфических показателей). Первая зона прослеживается до 100—120 м от основания отвала, вторая — до 250—300 м.

Природоохранными мероприятиями в районах разработки угольных месторождений предусматривается использование пород отвалов в различных отраслях народного хозяйства: дорожном, промышленном, гражданском, гидротехническом и других видах строительства, что обусловлено относительной простотой разработки, низкой себестоимостью, оптимальными физико-механическими характеристиками. Практика показала, что при использовании пород отвалов необходимо учитывать их специфические физико-химические особенности — высокое содержание серы, органического вещества и других подвижных химических соединений. При использовании пород отвалов в строительных целях вблизи бетонных конструкций наибольшую опасность представляет возможность формирования агрессивных к бетону кислых сульфатных вод.

Как показал анализ материалов наблюдений по 25 режимным скважинам, в насыпных грунтах мощностью до 11 м на глубине 1—3 м сформировался горизонт грунтовых вод. Уровень их находится выше глубины заложения фундаментов на 1—3 м. Воды сульфатно-кальциевого состава с минерализацией до 6,6 г/л. Содержание сульфатов достигает 4,2 г/л (декабрь 1987 г.), водородный показатель в ряде случаев снижается до 4,1. За период наблюдений с 1984 г. отмечено повышение концентрации сульфатов или их стабильно высокие концентрации. Такие воды обладают сильной степенью сульфатной и общекислотной агрессивности к бетону. В подземных водах обнаружены сероокисляющие тионовые микроорганизмы.

Для предотвращения загрязнения почв и подземных вод в зонах влияния породных отвалов существуют следующие пути: сокращение общего количества твердых отходов угледобывающей промышленности за счет применения мало- и безотходной технологии; гидрогеологически правильный выбор мест расположения отвалов на земной поверхности с учетом фильтрационных свойств пород зоны аэрации и рельефа местности; применение инженерно-технических мероприятий для организованного сбора и отвода поверхностного стока с отвалов, перехвата и локализации потока загрязненных вод; использование пород отвалов в качестве строительных материалов и при необходимости введение в них добавок, снижающих подвижность загрязняющих компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лычко Ю. М. Особенности отходов промышленных производств при использовании их в качестве оснований зданий и сооружений // Тр. НИИ оснований и подземных сооружений.— М., 1984.— № 74.
2. Сарбеева Л. И. К геохимическим условиям образования углей // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-та.— М., 1985.— № 313.
3. Иовчев Р. И., Павленко Г. К., Рохлин Л. И. и др. Влияние разработки месторождений полезных ископаемых на состояние подземной гидросферы // Подземные воды и эволюция литосферы.— М.: Наука, 1985.— Т. 1.
4. Jackson L. E. A summary of water chemistry data for undisturbed coal-bearing watersheds and a synoptic survey of open pit mine leachates, Southern Rocky Mountains, Alberta and British Columbia // Papers of the Geological Survey of Canada, 1982-N 82-IB.
5. Matthes G. et al. Effects of coal mine wastes of Nordrhine Westphalia on groundwater // IAHS Publ.— 1982.— N 139.
6. Максимович Н. Г., Абросимов Э. И. Возможное развитие негативных процессов при использовании пород шахтных отвалов в строительстве / Повышение эффективности природоохранных работ в угольной промышленности.— Пермь, 1987.
7. Ландгрен Д. Д., Вестал Д. Р., Табита Ф. Р. Микробиологическое загрязнение шахтных дренажных коллекторов // Микробиология загрязненных вод.— М.: Медицина, 1976.
8. Баньковская В. М., Сухоплюева Т. М. Влияние породных отвалов на загрязненность подземных вод // Повышение эффективности природоохранных работ в угольной промышленности.— Пермь, 1987.