ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИЗУЧЕНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ, РЕЦИКЛИНГ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES, RESEARCH, PROCESSING AND UTILIZATION OF TECHNOGENIC STRUCTURES, RECYCLING OF MATERIAL AND ENERGY RESOURCES

УДК 550.424.6

Н.К.АНДРОСОВА, *канд. геол.-минерал. наук, профессор, androsova_n@mail.ru*
Московский государственный открытый университет

N.K.ANDROSOVA, *PhD in geol. & min. sc., professor, androsova_n@mail.ru*
Moscow State Open University

ГЕОХИМИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА В РАЙОНАХ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рассматриваются геохимические процессы (перемещение и концентрация химических элементов), связанные с источниками техногенного загрязнения, прежде всего с эксплуатацией месторождений полезных ископаемых. При добыче полезных ископаемых формируются обширные атмо-, лито- и гидрохимические ореолы загрязнения.

Ключевые слова: геохимия, месторождение, атмосфера, почва, горные породы, воды.

GEOCHEMISTRY OF TECHNOGENESIS IN AREAS OF WORKING OUT OF MINERAL DEPOSITS

Geochemical processes (transfer and concentration of chemical elements), connected with sources of anthropogenic pollution, first of all with operation of mineral deposits are considered. At mining operations extensive atmospherical, lithological and hydrochemical pollution circles formed.

Key words: geochemistry, deposit, atmosphere, soil, rocks, water.

В горно-рудных районах распространение загрязняющих веществ определяется технологией добычи, транспортировки и обогащения полезных ископаемых. Извлеченные из недр огромные массы горных пород, вскрышные породы в отвалах, отходы обогащения в хвостах и шламохранилищах захватывают большие площади. Средний по производительности горно-рудный комбинат имеет площадь горного отвода 2-3 тыс. га. Зоны загрязнения обычно превосходят по площади горные отводы в несколько раз.

При добыче твердых полезных ископаемых ежегодно выводится на поверхность сотни тысяч тонн горных пород. Окисление в зоне гипергенеза может привести к самовозгоранию отвалов и переносу агрессивными фильтрационными водами продуктов

разрушения горных пород. В результате формируются обширные лито-, атмо- и гидрохимические ореолы загрязнения.

Бурение нефтяных скважин позволяет вскрывать глубинные части осадочной оболочки, и ее среда приобретает связь с наземной атмосферой. Извлечение в больших объемах нефти и закачивание в глубокие горизонты воды вызывает смещение равновесного состояния недр: геодинамического, геохимического и т.д.

Загрязнение атмосферы. В результате техногенеза происходят изменения химического состава практически всех компонентов природной среды. При добыче и переработке полезных ископаемых, сжигании топлива, из отвалов в атмосферу попадают газы, пыль, органические соединения и различные твердые вещества.

Среди газовых выбросов особую опасность представляют углекислый газ CO_2, оксид углерода CO, диоксид серы SO_2, оксиды азота, метан CH_4 и другие углеводороды. Предприятия ГМК «Норильский никель» при переработке сульфидного медно-никелевого сырья выбрасывает в атмосферу диоксид серы, на который приходится около 97 % всех выбросов [4].

Массовые взрывы на карьерах поднимают облака газа и пыли до высоты 150-300 м, а тонкие фракции материала – до 16 км; ветры разносят их на многие километры. В атмосферу при этом могут поступить до 6-10 млн $м^3$ газов и 100-250 т пыли [3], в состав которой в основном входят SiO_2, Al_2O_3, CaO, C, K_2O, Na_2O, PbO, ZnO, SeO_2, As_2O_3, MgO, Fe_2O_3, CdO.

Предприятия цветной металлургии и стационарные установки по сжиганию топлива являются источниками тяжелых паров ртути. Общее количество техногенной ртути, выбрасываемой ежегодно в атмосферу, составляет более 1000 т.

На нефтегазодобывающих предприятиях к основным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся факельные установки и потери от технологического оборудования. Выжигание пролитой нефти и пожары на скважинах поставляют в атмосферу оксиды углерода, азота, серы, сероводорода, сажу, пятиокись ванадия, синильную кислоту, формальдегид, бензаперен, органические кислоты. Загрязняющие вещества оседают на поверхности вблизи от месторождения или разносятся ветром на большие расстояния.

Выбросы приводят к потере прозрачности воздуха, его запыленности и загазованности, подкислению дождевых осадков, изменению проницаемости солнечной и отраженной радиации, нарушению температурного режима. В результате ухудшаются условия обитания растительности и живых организмов. При вдыхании воздуха с повышенным содержанием SO_2 происходит заболевание органов дыхания, оксид углерода приводит к изменению кровеносной системы. Оксиды азота могут влиять на нервную, и кровеносную системы, поражать дыхательные пути и вызывать отек легких.

Техногенное воздействие на почву и горные породы. При разработке полезных ископаемых и размещении отходов происходит изменение структуры почвы и ее химического состава. Строительство карьеров и проходка подземных выработок приводит к нарушению состояния горных массивов, деформации поверхности, изменению ландшафтов и развитию техногенных геологических процессов. При извлечении твердых полезных ископаемых формируется пустотное пространство. Подработанные толщи могут оседать и образовывать провалы на земной поверхности, вследствие чего возможно затопление горных выработок.

На долю горно-добывающей промышленности в нашей стране приходится около 70 % всех отходов, расположенных на земной поверхности, так как в отвалы при существующих способах переработки попадает до 30 %, а иногда до 90 % добытого сырья [2]. Так, в Ленинградской области на карьерах по добычи фосфоритов площадь отвалов превышает 20 $км^2$, объем вкрышной породы более 10^8 $м^3$. Для добычи небольшого по мощности (5-10 м) слоя полезного сырья на дневную поверхность вынимают и перемешивают слои пород мощностью 20-30 м [1]. Отвалы техногенных пород подвергаются водной и ветровой эрозии, выветриванию и другим геологическим процессам.

Применяемые при переработке и обогащении минерального сырья технологии приводят к значительному органическому загрязнению образующихся отходов (см.таблицу), а химические реагенты являются источником таких опасных соединений, как ПАУ, фенолы, амины. В шламо- и хвостохранилищах при взаимодействии отходов с водой происходит разрушение органоминеральных комплексов, повышается геохимическая подвижность поллютантов, поступающих со стоками в гидросферу.

Уровень органического загрязнения отходов горно-добывающего производства, г/кг

Объект исследований	Битуминозные компоненты	Нефтепродукты
Шламы калийного производства	0,38-20,95	0,14-1,47
Хвосты хромитового производства	0,01-0,12	0,01-0,04
Хвосты медно-рудного производства	0,03-0,36	0,01-0,23
Угольно-породные отвалы	0,52-4,30	0,06-1,98
Отвалы бокситовых рудников	0,25-2,13	0,06-0,22

В процессе бурения скважины природные комплексы загрязняются нефтью и нефтепродуктами, химическими реагентами, буровыми сточными водами, отработанным буровым раствором и шламом, выбуренной породой и горючесмазочными материалами.

Объем отходов зависит от технологии проходки скважины, системы водопотребления и водоотведения и других факторов. По некоторым данным объем буровых сточных вод, отработанных растворов и бурового шлама при бурении скважин в Западной Сибири составляет соответственно 0,24; 0,2 и 0,18 $м^3$ на 1 м проходки. Суммарный объем отходов превышает 25 млн $м^3$ в год [1].

В результате аварий, при сжигании нефти и газа, при прорывах нефтепроводов в почвы попадают тяжелые металлы и радиоактивные элементы, содержащиеся в нефти. Исследования нефтепромыслов показывают значительное превышение допустимых норм радиоактивности в районе скважин, вызванное отложением на оборудовании и прилегающем грунте солей радия-226, тория-232 и калия-40. Особенно загрязнены действующие и отработавшие трубы, которые нередко приходится классифицировать как радиоактивные отходы. Утечка радионуклидов возможна из подземных резервуаров, образовавшихся в результате взрывов.

Почвы, пережившие техногенное воздействие, продолжают изменяться и могут привести к появлению вторичных продуктов, не связанных непосредственно с источником загрязнения. Стадии физико-химических трансформаций сменяются во времени. Например, на угольных месторождениях Подмосковья при фильтрации атмосферных осадков через сульфидсодержащие отвалы вмещающих пород образуются высокоминерализованные кислые фильтрационные воды.

Загрязнение природных вод. Поверхностные и подземные воды загрязняются в основном из-за несовершенства сооружений шламохранилищ, отстойников и отвалов и недостаточной очистки сточных вод. Уровень загрязнения зависит от объема, состава загрязнителей, от геохимического типа вод и может превысить уровень ПДК по целому ряду показателей.

При разработке сульфидных месторождений (колчеданных, стратиформных медно-полиметаллических, магматических ликвационных и др.) происходят изменения условий миграции химических элементов, таких как окислительно-восстановительный потенциал и кислотно-щелочное равновесие. В водах этих месторождений накапливаются тяжелые металлы Pb, Zn, Cu, Co, Ag, Ni и др. В водах позднемагматических, карбонатитовых месторождений, связанных со щелочными породами, активно мигрируют TR, Cr, F, As и др.

Наиболее подвижными и, следовательно, опасными для природных систем являются Cu, Zn, Cd. В поверхностных водах и поровых растворах донных осадков содержание Cu и Zn достигает 10-100 ПДК. В донных отложениях металлы образуют подвижные сульфатные формы, переход которых в раствор приводит к вторичному загрязнению речных и подземных вод.

Добыча и транспортировка нефти загрязняет природные воды нефтью, сточными

водами, химическими реагентами, тяжелыми металлами и радиоактивными элементами, находящимися в нефтяных коллекторах, в самой нефти и в пластовых водах. В вое наблюдаются нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), полиароматические углеводороды, взвешенные вещества.

Во время бурения возможно попадание в водоносные горизонты буровых растворов и взвесей, образованных буровым инструментом. Отбор флюидов приводит к падению внутрипластового давления. Для его поддержания закачивают обычно воды, имеющие отличный химический состав. При проникновении их в водоносные горизонты происходит загрязнение и изменение минералогического состава подземных вод.

Разработка месторождений на шельфе повышает мутность воды, нарушает температурный режим вод, изменяет физико-химические параметры воды (pH, соленость, электропроводность, окисляемость), приводит к заиливанию дна. В результате аварий на буровых, расположенных на шельфе, в море поступают буровые растворы и шламы. Высокотоксичные элементы, содержащиеся в них, влияют на качество воды и жизнь гидробионтов Исследования, проведенные в районе месторождения Чайво (шельф на северо-востоке Сахалина) показывают, что взвеси (в зависимости от размера частиц) с течениями могут распространяться на 40 км. Повышенная мутность воды отпугивает рыб от нерестилищ, воздействует на фильтрационные аппараты моллюсков и ракообразных, приводит к изменению структуры сообществ и гибели некоторых планктонных животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андросова Н.К.* Экологическая геология: Учеб. пособие. М., 2010.

2. *Милютин А.Г.* Экология: геоэкология недропользования: Учебник / А.Г.Милютин, Н.К.Андросова, И.С.Калинин, А.К.Порцевский. М., 2007.

3. *Пашкевич М.А.* Геохимия техногенеза среды: Учеб. пособие. СПб, 2004.

4. *Пашкевич М.А.* Экологические проблемы мегаполисов и промышленных агломераций: Учеб. пособие / М.А.Пашкевич, М.Ш.Баркан, И.Б.Мовчан. СПб, 2010.

REFERENCES

1. *Androsova N.K.* Ecological geology: Study guide. Moscow, 2010.

2. *Milutin A.G.* Ecology: subsurface management geoecology. Study guide / A.G.Milutin, N.K.Androsova, I.S.Kalinin, A.K.Porcevskiy. Moscow, 2007.

3. *Pashkevish M.A.* Geochemical of technogenez environments: Study guide. Saint Petersburg, 2004.

4. *Pashkevich M.A.* Ecological problems of megalopolises and industrial agglomerations: Study guide / M.A.Pashkevich, M.Sh.Barkan, I.B.Movchan. Saint Petersburg, 2010.