М.А.Пашкевич, Ю.В.Шувалов
Санкт-Петербургский горный институт

УДК 502.76:622.17

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНОЙ И ВОЗДУШНОЙ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ С ТЕРРИТОРИИ ХРАНИЛИЩ СУЛЬФИДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Горно-добывающие и горно-перерабатывающие предприятия являются одним из наиболее интенсивных источников загрязнения природной среды твердыми отходами, составляющими более 90 % объема добываемого минерального сырья. Результатом такого воздействия является образование техногенных массивов.

Сравнительный анализ результатов мониторинга техногенных массивов позволил выделить ряд закономерностей их воздействия на природную среду:

- техногенный массив является литохимическим ореолом загрязнения;

• результатом пыле- и газовыделения с поверхности техногенного массива является формирование атмохимических и переотложенных литохимических ореолов загрязнения, загрязнение растительности и приповерхностных отложений;
• временными и постоянным потоками из техногенного массива выносятся и переотлагаются горные породы, что служит причиной формирования гидро- и литохимических потоков загрязнения;
• инфильтрация природных вод через техногенные отложения приводит к формированию гидрогеохимических ореолов и потоков загрязнения.

Mining enterprises and mineral processing companies are one of the main sources of the environmental pollution with solid-state waste making more than 90% of extracted raw materials volume.
It results in technogenic massif formation.
Comparative analysis of technogenic massif monitoring results made it possible to find geological environment regularities which are the following: technogenic massif is a litochemical pollution halo; formation of atmochemical and redisposition litochemical halos, as well as damage, soil and vegetation pollution caused by them occur in the area of techogenic massif influence as the result of the dust blow off and gas emission from its surface; rocks are removed and redisposed from technogenic massif by temporary and continuous streams which result in the formation of hydro- and litochemical pollution streams; precipitation infiltration of surficial and undeground water through technogenic sediments results in hydrochemical halos and pollution streams formation.

В районах расположения предприятий по добыче и переработке минерального сырья техногенные массивы являются одним из источников нарушения и загрязнения различных компонентов природной среды, что вызывает необходимость мониторинга миграции загрязнения с их территории. Особую опасность представляют блоки околорудных пород вскрыши и хвостов рудообогащения с первичными содержаниями токсичных элементов, превышающими ПДК в почвах, и содержаниями сульфидной серы более 10 %. Выветривание сульфидсодержащих пород и отходов провоцирует формирование кислых дренажных вод, вследствие чего в районах техногенных массивов в почвах, поверхностных и подземных водах происходит формирование кислотных ореолов загрязнения.

Исследование предполагает решение следующих проблем:

• определение характера опасности и природы загрязнения окружающей техногенные массивы среды;

• изучение путей миграции загрязняющих компонентов;

• выбор объектов экологической защиты.

Миграция загрязняющих веществ в районах воздействия техногенных массивов связана с влиянием внешних и внутренних факторов.

Распространение вредных веществ с территории техногенных массивов происходит в различных геосферах, на процессы миграции в которых влияют различные факторы. Для атмосферы основными факторами являются температура и давление. В миграции загрязнителей в гидросфере главенствующую роль играют параметры pH, Eh, химические связи, гравитационные свойства, в миграции в литосфере – температура и давление, изменяющиеся в широком диапазоне; в биоте – такое особое свойство живого вещества как способность к самостоятельному движению.

При загрязнении через воздух в районах техногенных массивов мигрируют вещества во взвешенном состоянии, газы или пары, которые проникают в почву, воздух или воду, либо непосредственно воздействуют на человека, растительный и животный мир (см. рисунок).

В случае водного пути загрязненные фильтрационные, грунтовые и поверхностные воды проникают в водоемы, подземные воды, почву и грунты или непосредственно воздействуют на объекты экологической защиты. При взаимодействии с растительностью возможны пути распространения, связанные с цепочкой питания: воздух → грунтовые и поверхностные воды → почвы → растения → животные → питание и корма → человек.

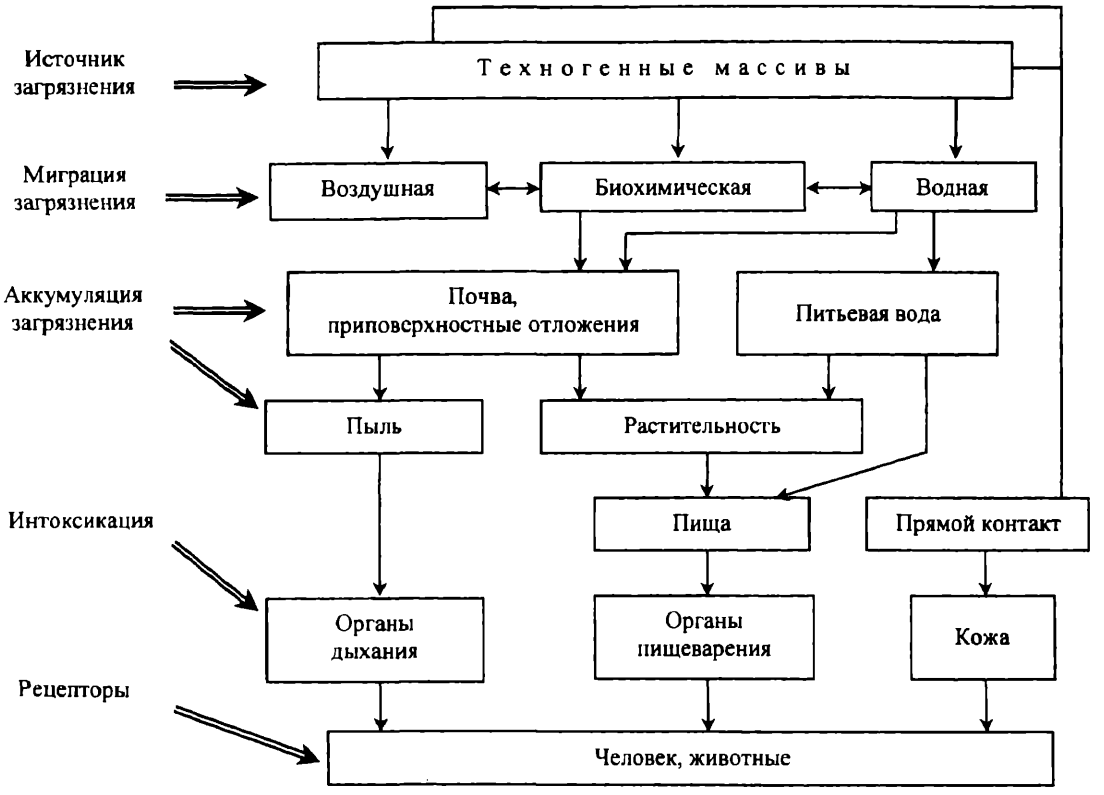


Схема воздействия техногенных массивов на природную среду

Более детальный анализ факторов, видов и параметров миграции загрязняющих компонентов позволяет выделить основные факторы риска их распространения с территории техногенных массивов. Это, прежде всего, факторы, обусловленные особенностями геоморфологического и геологического строения местности, а также условиями складирования отходов. Факторы риска могут быть связаны с различными производственно-техническими процессами:

- засыпкой в песчаные и гравийные карьеры, промежуточной изоляцией в старых свалках, совместным складированием реагирующих друг с другом веществ; хранением нефтяных и пульпообразных осадков в углублениях из строительного и коммунального мусора;
- рекультивацией техногенных нарушенных земель с использованием загрязненного строительного мусора, материалов горного производства;
- способом экранирования дна, бортов и поверхности свалки, процессами взаимодействия веществ, которые могут привести к тлению и пожарам в техногенном массиве, размывом отложений подземными водами.

К факторам риска также относятся гидрологические и гидрогеологические условия территории: морфология местности, структура растительного мира, геологическое строение (литологический состав, мощность и характер залегания, проницаемость горных пород, наличие трещин и карстовых пустот), гидрохимические и гидродинамические показатели.

Прочие факторы риска могут быть связаны с климатическими условиями, близостью водоемов, наличием старых нагрузок и старых промышленных зон, спецификой использования территории.

На распространение загрязнителей влияют их свойства, литологический состав вмещающих отходы отложений, расположение техногенного массива по отношению к грунтовым водам, направление движения потока и свойства грунтовых вод, механизм переноса вредных веществ, восполнение грунтовых и фильтрационных вод, свойства фильтрационных вод. Все это свидетельст-

вует о многообразии, крайней сложности и недостаточной изученности отдельных факторов. В первую очередь, это касается оценки механизма химических взаимодействий вредных веществ с геологической средой.

Исследование характера и особенностей воздействия техногенных массивов на природную среду, закономерностей трансформации природной среды, формирования техногенных атмо-, лито-, гидрогеохимических ореолов и потоков загрязнения в районах воздействия достигается путем организации мониторинга техногенных массивов. Мониторинг предполагает наблюдение и контроль за состоянием массивов и окружающей их среды, оценку интенсивности водной и воздушной миграции загрязнителей с территории массивов, прогноз миграции загрязнителей в пространстве и во времени, а также разработку системы мероприятий по управлению состоянием техногенного объекта.

Мониторинг выполняется поэтапно, решая при этом следующие задачи:

- определение компонентов эксплуатируемой геологической среды (зон, участков) для горно-промышленного района и оценка их фонового или техногенного количества и качества;
- выбор методов наблюдения (контроля) за изменениями состояния отдельных компонентов геологической среды;
- организация, проведение и обработка результатов наблюдений и контроля (аэрофотометрического, геодезического, маркшейдерского, геомеханического, гидрогеологического и геохимического);
- установление закономерностей изменения и прогноз состояния техногенных объектов и окружающей среды;
- сопоставление данных прогноза с ПДН и ПДК и разработка рекомендаций по рациональному использованию компонентов геологической среды на основе управления инженерно-геологическими и геохимическими процессами в отвальных массивах.

Эффективная система мониторинга техногенных массивов и окружающей среды может быть осуществлена только при самой широкой опоре на тематическую графику, на автоматизированные методы ее создания и использования, на фонды картографической информации.

Состав исследований по оценке территорий как природной эколого-геохимической аномалии, способной оказывать отрицательное влияние на окружающую среду, следующий:

- Детальное количественное изучение распределения в рудах макроэлементов и комплекса токсичных элементов-спутников и элементов-примесей с целью выделения блоков пород по распределению в них токсичных элементов, микроэлементов и компонентов, влияющих на миграцию химических элементов (концентрации сульфидной серы, карбонатов, глинистых веществ и др.).
- Детальное количественное изучение перераспределения токсичных элементов в корах выветривания, что позволит прогнозировать их вынос.
- Составление детальных (1:10000-1:5000) геохимических карт распределения в почвах основных токсичных элементов для территорий всех планируемых видов землепользования.
- Проведение биогеохимического изучения выявленных аномалий в почвах.
- Изучение динамики распределения в поверхностных водотоках выявленного комплекса химических элементов-загрязнителей с исследованием форм их нахождения.
- Геохимическая съемка состава выпадений из атмосферы.
- Оценка наличия в атмосферном воздухе токсичных металлов.
- Оценка уровней содержаний выявленных химических элементов в планируемых источниках водоснабжения.
- Изучение фоновых геохимических параметров окружающей среды.
- Построение для оцениваемой территории ландшафтно-геохимических карт и детальных геохимических карт распределения в почвах и грунтах наиболее распространенных и наиболее токсичных тяжелых элементов руд и первичных ореолов с целью выявления территорий, неблагоприятных

для жилищного строительства и сельскохозяйственного использования.

• Построение детальных карт ореолов загрязнения атмосферного воздуха, почв, подземных вод, потоков загрязнения поверхностных водотоков и их донных отложений.

Основным методом изучения степени загрязнения окружающей среды является опробование, которое проводится с целью получения достоверных данных о составе и особенностях загрязняющих веществ. Для изучения источников загрязнения используются разнообразные приемы отбора и обработки проб в зависимости от характера загрязнителей (агрегатное состояние, степень однородности и т.д.) и условий опробования (в отвалах, на потоке и т.д.). Обработка твердых геохимических проб может производиться способами, применяемыми для проб полезных ископаемых, обработка жидких проб – с применением методов гидрохимии. Газовые пробы, обрабатываемые на месте, являются наиболее трудоемким видом опробования, нуждающимся в максимальном техническом оснащении. Геохимический мониторинг тяжелых металлов и микроэлементов в природных средах требует непрерывного опробования всех трех контролируемых сред: почвы, воды и воздуха – и соответственно довольно мощной аналитической базы с преимущественно экспрессными методами определения концентраций элементов-загрязнителей.

Изучение кислотных ореолов и потоков в районах складирования сульфидсодержащих пород и отходов производится тестированием техногенных отложений, а также запыленных почв с применением экспресс-метода определения риска формирования кислых дренажных вод, заключающегося в определении кислотного потенциала породы (*AP*), щелочного потенциала породы (*NP*), коэффициента потенциальной опасности кислотного заражения территории $NNP = NP - AP$

Кислотный потенциал породы определяется, исходя из минералогического анализа породы, путем пересчета процентного содержания сульфидной серы в процентное содержание серной кислоты, формирующейся при выветривании породы.

Для расчета щелочного потенциала используются результаты соляно- или сернокислотной атаки сульфидсодержащей породы до фиксированного значения pH.

Если $NNP \geq 0$, то сульфидсодержащие породы не являются опасными, т.е. не обладают способностью формировать кислоту.