

УДК 662.341.1.012:662.85

В. И. ГОЛИК (Южно-Российский ГТУ)

О. Н. ПОЛУХИН, А. Н. ПЕТИН, В. И. КОМАЩЕНКО (НИУ «Белгородский государственный университет»)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КМА



В. И. ГОЛИК,
проф.,
д-р техн. наук



О. Н. ПОЛУХИН,
ректор,
проф.,
д-р полит. наук



А. Н. ПЕТИН,
проф.,
д-р геогр. наук



В. И. КОМАЩЕНКО,
проф.,
д-р техн. наук

Систематизированы представления о техногенном воздействии на геологическую среду КМА и формировании в процессе взаимодействия человека и геологической среды природно-технических систем. Показана лидирующая роль техногенеза как фактора преобразования геологической среды с созданием вторичных геологических ландшафтов. Определено место предприятий, связанных с добычей и обогащением полезных ископаемых, в системе техногенного воздействия на геологическую среду. Сформулировано направление выхода из эколого-технологического кризиса путем освоения технологий с закладкой пустот твердеющими смесями, приготовленными из ранее извлеченных на земную поверхность пород после извлечения из них полезных компонентов, что является логическим и гуманным по отношению к недрам завершением цикла вторжения в геологическую среду.

Ключевые слова: геологическая среда, техногенное воздействие, природно-технические системы, техногенез, геологический ландшафт, добыча и обогащение, полезные ископаемые, эколого-технологический кризис, твердеющие смеси, извлечение компонентов, механохимия.

Железородная провинция КМА простирается с юго-востока на северо-запад на 625 км, ширина ее составляет 150–250 км, площадь 125 тыс. км². По запасам и качеству железных руд КМА принадлежит ведущее место в мире, а по их добыче регион занимает первое место в России.

Техногенная нагрузка на горнопромышленные районы определяется воздействием человека на природную среду, в частности на геологическую среду. Негативные изменения в окружающей природной среде промышленной зоны КМА обусловлены [1]: использованием естественных ресурсов; эмиссией производственных отходов в окружающую среду; техногенной трансформацией естественных ландшафтов.

Целью большинства исследований последнего времени является разработка рекомендаций по оптимизации недропользования в горнопромышленном комплексе на основе анализа эколого-географических закономерностей техногенной трансформации геологической среды.

Приоритетными являются следующие задачи:

- анализ ресурсной и экологической функций геологической среды;
- разработка методов комплексной оценки состояния

геологической среды применительно к территории железорудной провинции;

- создание и опытная проверка методики среднемасштабного геоэкологического картографирования состояния геологической среды в регионе КМА;

- формирование региональной системы мониторинга состояния геологической среды;

- разработка направлений экологически сбалансированного недропользования;

- научное обоснование методов снижения техногенной нагрузки на геологическую среду.

Экологизация горного производства предусматривает:

- оценку состояния геологической среды и ее изменения в ходе освоения ресурсов;

- систематизацию факторов

трансформации геологической среды;

- дифференциацию влияния процессов добычи рудного сырья на геологическую среду;

- региональную концепцию экологически сбалансированного недропользования.

Потенциальная опасность освоения железорудных месторождений КМА заключается в развитии негативных динамических и экзогенных геологических процессов. Они приводят к разрушению целостности массивов горных пород, изменению местного базиса эрозии, перемещению горных масс с образованием техногенного рельефа, характеризующегося неравновесными склонами, дисперсными обломочными фракциями с большой удельной поверхностью.

Степень и глубина трансформации геологической среды зависят от применяемых технологий отработки месторождений.

Современные представления о геологической среде, ее структуре, строении и функционировании, связи с оболочкой Земли претерпевают значительные изменения. Особое внимание при этом уделяется формированию в процессе взаимодействия человека и геологической среды природно-технических систем.

Категория «геологическая среда» по-разному трактуется в зависимости от направлений их исследований. Интегрированно под этим термином понимают верхнюю часть литосферы, рассматриваемую как многокомпонентную систему, находящуюся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических процессов. Основные элементы геологической среды — горные породы, подземные воды, форма рельефа, геологические процессы и явления и их инженерно-геологические аналоги.

В геологической и географической литературе для рассмотрения возникающих в процессе взаимодействия человека и природы особых систем получил «права гражданства» термин «природно-техническая система».

Горнодобывающее предприятие располагается в конкретных геологических условиях и связано с ними потоками вещества, энергии и информации. В процессе функционирования предприятие взаимодействует с природными геосистемами, образованными геологическими массивами и рудными телами, водоносными горизонтами и поверхностными водными объектами, почвами, растительностью, приземным слоем атмосферы и естественными источниками энергии.

Наличие полезных ископаемых нескольких генетических типов определяется различиями в геологическом строении двух структурных этажей бассейна: докембрийского фундамента и осадочного платформенного чехла. В докембрийском фундаменте залегают главным образом металлические полезные ископаемые метаморфического генезиса и коры выветривания метаморфитов, а также магматогенные и гидротермальные месторождения и рудопроявления. Платформенный чехол вмещает огромные запасы нерудного минерального сырья осадочного происхождения.

Основное минеральное богатство докембрийского фундамента — железные руды, бокситы и железоалюминиевое сырье. Эти полезные ископаемые имеют либо метаморфическое происхождение (железистые кварциты), либо связаны с корой выветривания докембрийских метаморфитов (богатые железные руды, железоалюминиевое сырье). Кроме того, известны преимущественно магматогенные проявления золота, полиметаллов, молибдена и редких металлов.

Бассейн КМА включает четыре железорудных района: Оскольский, Белгородский, Михайловский и Орловский (рис. 1).

Добыча полезных ископаемых сопровождается отработкой и выдачей на поверхность земли части вмещающих пород. На одну единицу извлекаемого из недр полезного ископаемого приходится от одной до семи единиц пустой породы. Часть пород, получаемых при горно-

геологических работах в карьерах и шахтах, складировается на поверхности земли в виде породных отвалов. Другая часть складировается в тонкодисперсном состоянии в хвостохранилищах.

Влияние горнодобывающей промышленности на состояние геологической среды проявляется как в изменении геологического строения районов добычи, так и в активизации наведенных геодинамических и экзогенных геологических процессов [2]. Из геомеханических явлений наиболее широко представлены: сдвигание горных масс, обрушения, обвалы, осыпи, горные удары, оползни, сели, эрозия, дефляция, суффозия, прорывы пьезометров и др.

Проявление геомеханических явлений обусловлено собственными техногенными геологическими процессами: перемещением горных масс, изменением местного базиса эрозии и разрушением горных массивов, минеральных агрегатов и индивидов с образованием дисперсных обломочных фракций большой удельной поверхности.

С перемещением горных масс связаны изменение местного базиса эрозии и, как следствие этого, усиление энергии рельефа, от которого зависит скорость и направление геомеханических процессов.

Развитие техногенного рельефа обуславливает широкое распространение активных неравновесных склонов, которые поставляют обломочный материал и сортируют его по массе, размеру и форме.



Рис. 1. Железорудные геологические объекты бассейна КМА:
месторождения:

- 1 — Яковлевское; 2 — Гостищевское; 3 — Висловодское; 4 — Мелихово-Шебекинское; 5 — Большетроицкое; 6 — Разуменское; 7 — Олимпийское; 8 — Соловьевское; 9 — Дичнянско-Реутское; 10 — Михайловское; 11 — Курбакинское; 12 — Новоялтинское; 13 — Осколецкое; 14 — Коробковское; 15 — Лебединское; 16 — Стойло-Лебединское; 17 — Стойленское; 18 — Салтыковское; 19 — Приоскольское; 20 — Чернянское; 21 — Погромецкое;
участки: 22 — Яценский; 23 — Лев-Толстовский; 24 — Орловский; 25 — Воронцовский; 26 — Щигровский; 27 — Панковский; 28 — Северо-Волотковский

Техногенез как фактор преобразования геологической среды приобрел региональное значение. В горнопромышленных районах формируются новые по своему генезису, структуре и функционированию вторичные геологические ландшафты, которые в своем развитии проходят фазы техногенного формирования и посттехногенного развития [3].

В период техногенной фазы формируется литогенная основа: рельеф и его основные характеристики, горные породы с их вещественным составом и свойствами. В посттехногенную фазу развития ландшафта литогенная основа постепенно преобразуется посредством естественных ландшафтообразующих факторов, вследствие чего техногенный ландшафт трансформируется в природно-техногенный.

При рассмотрении карьерно-отвального комплекса как техногенного геохимического ландшафта обнаруживается ряд несоответствий его строения природным геохимическим ландшафтам. Пространственная смена комбинаций форм движения материи в карьерно-отвальном ландшафте противоположна таковой в естественном ландшафте: от центра к периферии ослабляется значение физической и химической формы движения материи и усиливается значение биологической формы движения.

По различиям в геологическом строении можно выделить три пространственно сопряженные и радиально расположенные по отношению друг к другу техногенные ландшафтно-геохимические системы:

- периферийные зарастающие грядово-холмистые, грядово-увалистые и волнистые поверхности с примитивными почвами или без них на участке платформы с трехъярусным строением;
- переходные абиогенные склоновые и террасированные поверхности карьеров без почв на участке платформы с удаленной частью естественного осадочного чехла;
- центральные абиогенные поверхности днищ карьеров без почв с полностью удаленным осадочным чехлом и частично удаленным платформенным фундаментом (рис. 2).

Горное производство по характеру воздействия на геологическую среду является одним из наиболее масштабных и долговременных. Среди методов изучения техногенной трансформации компонентов геологической среды приоритетны ретроспективные исследования, основанные на использовании материалов дистанционного зондирования поверхности земли. Выполненный авторами ретроспективный анализ разновременных материалов дистанционного зондирования земной поверхности Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района показал следующее:

- наблюдаются изменения площадей инфраструктуры горнодобывающего комплекса, перемещенных геологических отложений, рельефа и других техногенных объектов;
- выявляются изменения геологических и гидрогеологических условий регионального и локального уровня;
- накапливается информация о развитии экзогенных геологи-

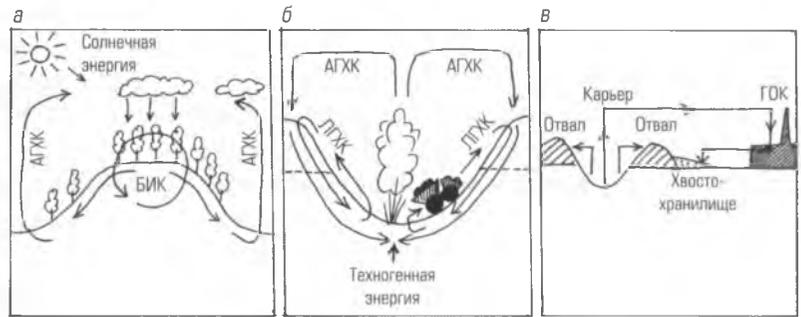


Рис. 2. Циклы и направления миграции веществ в природном (а) и карьерно-отвальном (б) и геохимическом (а) ландшафтах:

БИК — биологический круговорот; АГХК — атмосферогеохимический круговорот;

ЛГХК — литогеохимический круговорот

ческих процессов в зоне горного отвала и на прилегающих к нему территориях;

- формируются площади загрязнения окружающей природной среды, обусловленного функционированием объектов горнодобывающего комплекса.

Проведенная авторами комплексная оценка состояния геологической среды показала, что при освоении и эксплуатации железорудных месторождений КМА происходит нарушение природных систем и активизация деструктивных природных и техногенных процессов, характер и интенсивность которых зависит от способа добычи железорудного сырья.

Одним из главных требований, реализуемых в недропользовании, является рациональное использование недр, под которым понимают систему мероприятий научного, производственно-технического и организационного характера, обеспечивающих полное и комплексное использование ресурсов недр.

В условиях экологического риска и негативных последствий освоения минерально-сырьевых ресурсов КМА проблема рационального недропользования приобретает особую актуальность. Важнейшим направлением рационального недропользования в железорудной провинции КМА, обеспечения экологической безопасности в регионе и принятия эффективных управленческих решений является создание системы постоянно действующего комплексного геоэкологического мониторинга природно-технических систем.

В соответствии с разработками авторов (Петин, Яницкий, 2007 г.) комплексный геоэкологический мониторинг природно-технических систем базируется на анализе критериев техногенеза и современных информационных технологий, позволяющих в условиях возрастающих темпов освоения железорудных месторождений минимизировать негативные последствия воздействия на окружающую геологическую среду.

Основными источниками техногенного воздействия на геологическую среду, и прежде всего на недр, являются предприятия и объекты, связанные с добычей и обогащением полезных ископаемых.

В связи с этим радикальная экологизация горного производства региона должна основываться на минимизации таких

процессов технологического разрушения литосферы, которые не предусматривают заполнение выработанного пространства горной массой, выданной на земную поверхность [4]. Такие возможности предоставляет технология с закладкой пустот твердеющими смесями, приготовленными из ранее выданных на земную поверхность минералов после извлечения из них ценных компонентов.

Проблема нарушения геологической среды хвостами переработки руд соседствует с не менее важной проблемой дефицита вяжущих и инертных компонентов для приготовления закладочных смесей. Утилизация хвостов переработки металлических полезных ископаемых для целей строительства практически не производится, так как этому препятствует остаточное содержание металлов, извлечение которых традиционными методами невозможно.

Ключом к одновременному решению обеих проблем является использование компонентов хвостов переработки для приготовления строительных смесей, в том числе и в качестве вяжущих. Такая задача ранее не решалась, потому что эффективные методы извлечения металлов из некондиционного сырья разработаны недостаточно. В теории и практике преобладает тенденция захоронения отходов переработки, что является паллиативным решением для геологической среды и в экономическом, и в экологическом отношении. Реализация идеи возможна путем решения следующих технологических задач [5]:

- извлечения металлов из хвостов переработки по механохимической технологии;
- утилизации хвостов переработки в качестве вяжущих и инертных компонентов смесей;
- создании технологий производства твердеющих смесей на основе активированных хвостов переработки.

Развитие озвученной идеи является логическим завершением

цикла вторжения в геологическую среду в форме возвращения извлеченных геоматериалов на их прежнее место в недрах с воссозданием прежних условий существования геоматериалов.

Библиографический список

1. Петин А. Н., Петина В. И. Природная среда и экологическая ситуация в Белгородской области // Региональные проблемы охраны здоровья населения Центрального Черноземья : науч. тр. Федеральн. научн. центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана / под ред. акад. А. И. Потапова. — Белгород, 2000.
2. Петин А. Н., Сергеев С. В. Перспективы развития геологического образования в регионе КМА // Вестник Воронежского университета. сер.: геология. 2005. № 1. С. 198–200.
3. Чендев Ю. Г., Петин А. Н. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области). — М.: Изд-во МГУ, 2006. — 124 с.
4. Голик В. И., Страданченко С. Г., Масленников С. А. Экспериментальное обоснование возможности утилизации хвостов обогащения руд цветных металлов // Цветная металлургия. 2011. № 3.
5. Голик В. И. Извлечение металлов из хвостов обогащения комбинированными методами активации // Обогащение руд. 2010. № 5. [ГЖ](#)

Голик Владимир Иванович,
e-mail: v.i.golik@mail.ru
Полухин Олег Николаевич,
Петин Александр Николаевич:
e-mail: Petin@dssu.edu.ru
Комашенко Виталий Иванович,
e-mail: komashenko@inbox.ru

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF WORKING OUT OF ORE DEPOSITS OF KURSK MAGNETIC ANOMALY

Golik V.I.¹, Professor, Doctor of Technical Sciences, e-mail: v.i.golik@mail.ru
Polukhin O. N.², Rector, Professor, Doctor of Political Sciences
Petin A. N.², Professor, Doctor of Geographical Science
Komaschenko V. I.², Professor, Doctor of Technical Sciences

¹South-Russian State Technical University (Novocherkassk, Russia)
²Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

A systematic presentation of the technogenic impact on the geological environment and the formation of the CMA in the process of interaction between man and the geological environment of natural and technical systems. It is shown that the leading role as a factor of technogenic transformation of the geological environment with the creation of secondary geological landscapes. The place of business, related to mining and mineral processing in the anthropogenic impact on the geological environment. Formulated out of the area of environmental and technological crisis by adopting technology to bookmark voids hardening mixtures, prepared from previously extracted minerals in the earth's surface after the extraction of useful components, that is a logical and humane in relation to the subsoil of the completion of the cycle the invasion of the geological environment.

Key words: geological environment, the impact of man-made, natural and technical systems, technogenesis, geological landscape, mining and processing, minerals, environmental and technological crisis, solidifying the mixture, the extraction of ingredients, mechanochemistry.

REFERENCES

1. Petin A. N., Petina V. I. *Regional'nye problemy ohrany zdorov'ya naseleniya Central'nogo Chernozem'ya* (Regional problems of public health of the Central Chernozem). Nauch. trudy Federal'n. nauchn. centra gigieny im. F. F. Jerismana (Scientific Federal works. Nauchn. health center to them. F. F. Erisman). Under the editorship of Academic A. I. Potapov. Belgorod, Russia, 2000.
2. Petin A. N., Sergeev S. V. *Vestnik Voronezhskogo universiteta. Seriya.: Geologiya Bulletin of Voronezh University. Issue: Geology, 2005, No. 1, pp. 198–200.*
3. Chendev U. G., Petin A. N. *Estestvennye izmeneniya i tehnogennaya transformacija komponentov okruzhajuwej sredy staroosvoennyh regionov (na primere Belgorodskoj oblasti)* (Natural and manmade changes in the transformation of the components of the environment earlier developed regions (for example, the Belgorod region)). Moscow: MGU, 2006, 124 p.
4. Golik V. I., Stradanченко S. G., Maslennikov S. *Jeksperimental'noe obosnovanie vozmozhnosti utilizacii hvostov obogaweniya rud cvetnyh metallov* (Experimental study possible tailings disposal of non-ferrous metals). Tsvetnye metally – Non-ferrous metals, 2011, No. 3.
5. Golik V. I. *Izvlечenie metallov iz hvostov obogaweniya kombinirovannymi metodami aktivacii* (Extraction of metals from the tailings of the combined methods of activation). Obogashchenie rud – Mineral Processing, 2010, No. 5.