

ресурсоориентированных регионов: сохранение ландшафтного разнообразия//ИнтерКарто /ИнтерГИС 15: устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер межд. Конф, Пермь-Гент 29 июня -5 июля 2009. Пермь: ПГУ, 2009. С.318-325

8. Национальная экологическая доктрина РФ. Режим доступа: <http://www.promeco.h1.ru/ntd/doctrine.shtml>, (дата обращения 4.03.2013).

9. Пермякова О.Г. Формирование экологической политики региона на основе взаимодействия политических субъектов // Вестник Читинского государственного университета. № 2 (43). Чита: ЧитГУ. 2007. С. 31-40.

10. Экологический энциклопедический словарь /Под ред. В.И. Данилов-Данильян, Ю.А. Арский, Р.И. Вяхирев, М.Ч. Залиханов, К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев. М.: Ноосфера. 1999. С.754.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РАН № 12-1-ОН3-15 и № 12-1-ПЗ1-01

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

А.Н. Петин

Белгородский государственный национальный исследовательский университет НИУ «БелГУ»

A.N. Petin

BelgorodNationalResearchUniversity

Belgorod, Russia, petin@bsu.edu.ru

Abstract. In the article the methodological, informational and technological bases of rational use of mineral resources in the region of КМА are observed. The special place is given to the technological ways of ecological security of the development of iron ore deposits. The authors proposed the scheme of complex geoecological monitoring of the mining enterprises.

Актуальность. В настоящее время масштабы влияния хозяйственной деятельности человека в горнопромышленных районах Курской Магнитной Аномалии (КМА) значительно превосходят масштабы воздействия природных геологических и геохимических процессов, протекающих на Земле.

Железородная провинция КМА располагается в староосвоенном Центрально-Черноземном районе Европейской территории России. Она простирается с юго-востока на северо-запад на 625 км при ширине 150-250 км; площадь ее составляет 125 тыс. км². Однако, основные месторождения железных руд с промышленными запасами приурочены к ее центральной части, а именно к территории Белгородской, Курской, частично Орловской, Брянской и Воронежской областей, где на площади около 70 тыс. км² сосредоточены крупнейшие месторождения, участки и аномалии железных руд. По запасам и качеству железных руд бассейну КМА принадлежит ведущее место в мире, а по добыче – первое место в России.

Выгодное географическое положение по отношению к металлургическим заводам Европейской территории России, высокие перспективы на увеличение промышленных запасов богатых железных руд и легкообогащаемых железистых кварцитов позволяют считать этот регион главной железорудной базой России, практическое значение которой в перспективе будет возрастать.

Однако, широкомасштабное промышленное освоение железорудного сырья, начавшееся с 60-х годов XX столетия, привело к возникновению сложной экологической обстановки в регионе КМА.

Продолжающееся ухудшение качества природной среды в горнодобывающих районах КМА вызывает необходимость поиска путей и методов преодоления отрицательных последствий вмешательства человека в функционирование природных систем, включая эколого-геологические системы. Этими обстоятельствами диктуется необходимость ускоренного развития научных направлений, связанных с рационализацией недропользования с целью обеспечения устойчивого развития исследуемого региона.

Основная часть. Основным вкладом в разработку научных основ рационального недропользования, комплексного освоения и использования минерального сырья, других ресурсов недр с геологических, технологических, экономических, экологических и социальных позиций внесли отечественные ученые и специалисты М.И. Агошков, А.Х. Бенуни, В.И. Вернадский, А.Д. Верхотуров, Э.В. Гирусов, И.М. Грацерштейн, В.Т. Калинин, Г.Д. Кузнецов, В.Н. Лексин, Н.В. Мельников, Н.Н. Мельников, С.А. Первушин, И.К. Плаксин, В.А. Резниченко, А.М. Сечевича, Е.А. Соловьева, К.Н. Трубецкой, В.А. Федосеев, А.Е. Ферсман, В.А. Чантурия, Н.Н. Чаплыгин и многие другие.

Одним из главных требований, реализуемых в отечественном недропользовании, является обеспечение рационального использования недр и содержащихся в них минеральных ресурсов. Под рациональным использованием недр большинство исследователей понимают систему мероприятий научного, производственно-технического и организационного характера, обеспечивающих полное и комплексное использование ресурсов недр для удовлетворения материальных и духовных потребностей общества.

Усиливающаяся хозяйственная деятельность на активно разрабатываемых железорудных месторождениях КМА оказывает негативное влияние на окружающую среду, вызывая ее загрязнение и деградацию. Поэтому дальнейшее хозяйственное освоение минерально-сырьевых ресурсов рассматриваемого региона необходимо осуществлять с учетом всех экологических проблем и причин их вызывающих. Это невозможно сделать только «устранением экологических угроз», т.е. закрыть, переместить, репрофилировать многие экологически небезопасные производства. Основой развития экологической безопасности региона должна выступать такая траектория развития экономики, которая максимально соответствовала бы природно-хозяйственным и экологическим условиям. Для этого требуется создание в регионе эффективного эколого-экономического механизма, отвечающего требованиям оптимального использования природных ресурсов и одновременно – природоохранным требованиям, направленным на снижение или стабилизацию экологических рисков, обусловленных вероятностью появления сверхнормативных воздействий и нагрузок на природные системы.

В условиях существующего экологического риска и негативных последствий освоения минерально-сырьевых ресурсов КМА проблема рационального недропользования приобретает особую актуальность. Для решения этой проблемы необходима координация усилий исполнительной, законодательной и природоохранной власти, а также всех заинтересованных организаций и специалистов, занимающихся вопросами экологии, охраны окружающей среды, природопользования, разработкой мероприятий экономического и социального развития региона, промышленной безопасности, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций. Основные направления по рационализации недропользования в железорудной провинции КМА отражены в предложенной ниже схеме (рис. 1).

В рамках повышения научно-технического уровня добычи и переработки полезных ископаемых, помимо традиционных мер по снижению техногенной нагрузки горного производства на природную среду необходимо шире использовать известные результаты научных исследований и крупномасштабных экспериментов, а именно:

- внедрить в промышленную практику экологически чистую технологию скважинной гидродобычи богатых железных руд как наиболее экологически безопасную для окружающей среды; автором диссертации предложен ряд технических разработок, подтвержденных патентами РФ на изобретения (см. список основных научных публикаций).

- освоить технологии, позволяющие значительно увеличить вместимость существующих отвалов вскрышных пород без дальнейшего освоения земельных площадей под их размещение;

- минимизировать негативное воздействие хвостохранилищ на подземные воды и атмосферный воздух с использованием современных методов гидроизоляции и снижения пыления сухих поверхностей хвостохранилищ.

- внедрить новые технологические схемы флотационного дообогащения магнетитового концентрата, позволяющего извлекать из отходов обогащения мокрой сепарации железосодержащий минерал – гематит, тем самым решить проблему комплексного использования железорудного сырья и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую природную среду.

В региональной самоорганизации как необходимом этапе на пути к устойчивому развитию региона КМА можно выделить несколько первоочередных взаимосвязанных направлений экологически сбалансированного недропользования [1,5, 6. 9]:

- совершенствование экологического управления;

- повышение научно-технического уровня добычи и переработки полезных ископаемых;

- экологически ориентированное развитие инфраструктуры исследуемого региона;

- развитие законодательной и нормативно-правовой базы;

- совершенствование финансово-кредитной и налоговой политики.

Экологизация горнорудного производства – это совокупность управленческих (организационных), технологических, финансово-экономических мероприятий, направленных на снижение давления нагрузки на окружающую природную среду (в рамках восстановления ее качеств) предприятиями при сохранении целей производства - получения прибыли при достаточных

темпах развития экономики, обеспечивающих поступательное развитие человеческого общества.

Совершенствование экологического управления должно быть направлено, прежде всего, на повышение уровня организации охраны окружающей среды и экологической культуры на предприятиях горно-металлургического комплекса через введение на них в действие системы международных стандартов ИСО 14000, а также систематическое соблюдение их требований.

Важным фактором совершенствования экологического управления является создание системы экологического мониторинга, включающего объектный, локальный и региональный уровни, тесно взаимосвязанные между собой.

В рамках повышения научно-технического уровня добычи и переработки полезных ископаемых, помимо традиционных мер по снижению техногенной нагрузки горного производства на природную среду необходимо шире использовать известные результаты научных исследований и крупномасштабных экспериментов, а именно:

- внедрить в промышленную практику экологически чистую технологию скважинной гидродобычи богатых железных руд как наиболее экологически безопасную для окружающей среды; автором диссертации предложен ряд технических разработок, подтвержденных патентами РФ на изобретения № 77640 (Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых), № 2291266 (Способ роторно-турбинного бурения), № 2337244 (Способ сооружения горизонтальной лучевой дренажной скважины в твердых породах), № 2284409 (Способ сооружения востоящей дренажной скважины и устройство для его осуществления), позволяющих повысить эффективность данного способа добычи полезного ископаемого).

- освоить технологии позволяющие значительно увеличить вместимость существующих отвалов вскрышных пород без дальнейшего увеличения земельных площадей под их развитие;

- минимизировать негативное воздействие хвостохранилищ на подземные воды и атмосферный воздух; автором предложен ряд технологических решений, подтвержденных патентом РФ на изобретение



Рис.1. Схема рационального недропользования в железорудной провинции КМА

№2260657 (Устройство для сооружения траншей для создания противотраншевых экранов с применением метода «стена в грунте» для защиты водотоков подземных и поверхностных вод от загрязнения сточными и техногенными водами), обеспечивающими экологическую эффективность в сохранении окружающей среды.

– внедрить новые технологические схемы обогащения железорудного сырья. В настоящее время на горнообогатительных комбинатах КМА и в других регионах страны действуют технологические схемы обогащения (для неокисленных железистых кварцитов), основанные на магнитной сепарации. Данный процесс позволяет извлекать из сырой руды лишь один железосодержащий минерал – магнетит. Как отмечают И.Н. Щеголев (1985), В.А. Дунаев (2004) и другие, что среди железистых кварцитов широко распространены (особенно среди Белгородско-Михайловской полосы) другой полезный компонент – гематит (железняслюдка). Если его доля в Старооскольском районе сравнительно мала (среднее содержание гематитового железа на Лебединском месторождении 1,4 %). То в северной части КМА на Михайловском месторождении она возрастает до значительных концентраций (19,5 %). При обогащении методом мокрой сепарации значительная часть гематита не может улавливаться и уходит в хвосты, тем самым ежегодно теряется огромная масса черных металлов. В частности, на ООО «Михайловском ГОКе», добывающем около 30 млн. т железистых кварцитов, среднее содержание $Fe_{общ.}$ 38,44 %, а извлекаемое магнитной сепарацией $Fe_{маг.}$ 20,17 %, т.е. более 40% железа, связанного главным образом в гематите, уходит в хвосты. Доизвлечение гематитового железа – актуальнейшая проблема в технологическом процессе переработки сырой руды на ГОКах КМА. Технологически это возможно гравитационными методами или флотацией с применением нетоксичных реагентов.

Учитывая важность этой проблемы, в 2007 г. на дробильно-обогатительном комплексе ООО «Михайловского ГОКа» введен в опытно-промышленную эксплуатацию участок флотационного дообогащения магнетитового концентрата. Проводятся полупромышленные испытания двух модулей по дообогащению хвостов мокрой магнитной сепарации по гравитационно-флотационной технологии с получением гематитового концентрата мощностью 4,4 млн. т в год (<http://www.georex.ru/lentf/news1192.html>). Флотационный метод обогащения хорош тем, что при нем можно получать практически чистый магнетит с содержанием железа до 72,4 %. Традиционными методами такого результата не добиться. Это серьезное повышение качества продукции, конкурентоспособности на рынке. Данный метод флотации при обогащении руды позволит, по сути, из самого худшего в России качества руды по содержанию диоксида кремния (это очень вредный компонент для металлургии) сделать высококачественный концентрат и окатыши с массовой долей $F_{общ.}$ 66,5 % и SiO_2 на уровне 4,5- 5,0 %.

Реализация проекта начиналась с того, что специалисты МГОКа провели ревизию всех самых современных технологий и установок флотации, организовали симпозиум обогатителей, куда были приглашены все ведущие зарубежные компании, отдали материал на тестирование во все уголки мира – в Канаду, Австралию, Швецию, Бразилию. Выбрали в итоге ту установку и технологию, которая дает максимальный эффект. Аналогичные технологии широко применяются в бразильской CVRD. К работе также были подключены российские научно-исследовательские институты, которые занимаются проектированием комплекса и адаптацией зарубежных стандартов, норм и требований к российским. Специалисты для обслуживания флотационной установки прошли обучение в Бразилии на горно-обогатительном комбинате Самарко.

При разработке железистых кварцитов эффективно дообогащение рядовых концентратов магнитно-флотационными методами с получением суперконцентратов (> 68 % Fe), пригодных для производства высококачественного электрометаллургического сырья и для порошковой металлургии. Этот метод резко повышает коэффициент использования добытых руд и улучшает экономические показатели горного предприятия. Хороший пример тому – ООО «Лебединский ГОК», на котором из железистых кварцитов последовательно получают обычный концентрат, суперконцентрат, окатыши и горячеприкатированное железо.

В горнорудных районах России определенные резервы железорудного сырья сосредоточены в залежах заскладированных хвостов обогащения (техногенно-минеральных месторождениях), так как большие объемы руд переработаны 20-50 лет тому назад по недостаточно совершенным технологическим схемам с большими потерями полезных компонентов. К примеру, только в хвостохранилищах ООО «Михайловского ГОКа» накопилось больше 450 млн. т хвостов обогащения мокрой сепарации. Глубокая утилизация хвостов обогащения необходима не только по причине извлечения полезных продуктов, но и по экологическим соображениям, потому что хвосты генерируют в окружающую среду опасные жидкие и газовые компоненты.

Утилизация металлосодержащих хвостов возможна только при условии извлечения из них металлов до уровня санитарных норм. Такую возможность представляет только механохимическая переработка, которая изложена в ряде наших публикаций [2,3]. Важным достоинством утилизации хвостов является исключение необходимости их хранения на земной поверхности с возвращением земли в хозяйственное использование.

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.

Комплексный геоэкологический мониторинг рассматривается как инструмент реализации механизмов обеспечения геоэкологической безопасности освоения железорудных месторождений КМА.

Мониторинг месторождений твердых полезных ископаемых (ММТПИ) является подсистемой Государственный мониторинга состояния недр или геологической среды (ГМСН). Система ГМСН служит для информационного обеспечения управления государственным фондом недр. Функционально она представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и антропогенной деятельности горнопромышленных районов. В свою очередь, ГМСН является подсистемой Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Государственный мониторинг состояния недр осуществляется на федеральном, региональном, территориальном и локальном (объектном) уровнях.

В соответствии с нашими разработками [7] комплексный геоэкологический мониторинг природно-технических систем горнодобывающего комплекса КМА базируется на детальном анализе критериев техногенеза и современных информационных технологий, позволяющих в условиях возрастающих темпов освоения железорудных месторождений рассматриваемого региона минимизировать негативные последствия воздействия на окружающую природную среду.

Региональную систему геоэкологического мониторинга можно укрупненно представить в виде совокупности отдельных взаимосвязанных подсистем, отображенных на рис. 2.

Ядром системы геоэкологического мониторинга, обеспечивающим согласованное функционирование указанных в схеме подсистем, является автоматизированная информационная система и база данных, получаемая с наблюдательной сети локального и регионального уровней.



Рис.2. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга природно-технических систем горнопромышленных районов КМА

При создании системы геоэкологического мониторинга горнопромышленного региона помимо сети наземных, подземных, аэрологических измерений чрезвычайно эффективным является применение средств и

методов аэрокосмического зондирования поверхности Земли для целей современного и ретроспективного анализа состояния компонентов и геосистем окружающей природной среды.

Среди многообразия ГИС перечисленным выше требованиям, чрезвычайно важным для обработки космической информации отвечает система обработки изображений ERDAS (ERDASIm), которая наряду с системами векторного формата (например, ARC/INFO фирмы ESRI) может составить ГИС – основу систем геоэкологического мониторинга горнопромышленного региона.

В рамках повышения научно-технического уровня добычи и переработки полезных ископаемых, помимо традиционных мер по снижению техногенной нагрузки горного производства на природную среду необходимо шире использовать разработанные с участием автора данной статьи технологии площадного пылеподавления, защиты подземных вод от загрязнения, новые технологии по скважинной гидродобыче богатых железных руд и другие технологии, подтвержденные патентами, а также внедрить мероприятия по оптимизации структуры землепользования в пределах горного отвода.

Выводы. Формирование эффективной системы недропользования на основе комплексного освоения и использования всей совокупности ресурсов недр, применения малоотходных ресурсосберегающих технологий, экологизации производства и обеспечения конкурентоспособности продукции минерально-сырьевого комплекса на мировом рынке – важнейшая задача рассматриваемого региона. Это сложный, многоэтапный, непрерывный, интеграционный процесс, требующий проведения новых глубоких теоретических и методических разработок в области рационального недропользования.

Рациональное недропользование представляет собой многоаспектный процесс, включающий решение комплекса взаимосвязанных вопросов (законодательных, технологических, экономических, экологических и др.). В настоящей работе автором основное внимание уделено одному из аспектов этого комплекса, а именно геоэкологическим вопросам рационального недропользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, П.В. Геоинформатика в недропользовании: учебное пособие / П.В. Васильев, А.Н. Петин, Е.Б. Яницкий. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 232с.
2. Голик, В.И. Экологические проблемы разработки рудных месторождений КМА/В.И. Голик, О.Н. Полухин., А.Н.Петин, В.И. Комащенко //Горный журнал, 2013, №4. – С. 91-94.
3. Голик, В.И. Повышение качества эксплуатации недр / В.И.Голик, О.Н. Плухин, А.Н. Петин // ВісникХарківськогонаціональногоуніверситетуімені В.Н. Каразіна, №1049, Серіягеологія-географія-екологія, Випуск, 38, 2013. – с.93-98.
4. Петин, А. Н. Геоинформационные технологии как инструмент создания и анализа геоэкологических данных горнодобывающих комплексов курской магнитной аномалии / А. Н. Петин, Е. Б. Яницкий // Вестник РУДН. Сер. Инженерные исследования. – 2007. – № 2. – С. 113-117.
5. Петин, А. Н. Геоэкологическая обстановка и проблемы рационального недропользования в железорудном бассейне КМА / А. Н. Петин // Горный информационно-аналитический бюллетень / Моск. гос. горн. ун-т. – 2007. – № 6. – С. 315-322.
6. Петин, А. Н. Экологический менеджмент и опыт внедрения экологических стандартов в Белгородской области / А. Н. Петин, Е. Б. Яницкий // Проблемы региональной экологии / Ин-т географии РАН. – 2007. – № 6. – С. 14-17.
7. Петин, А.Н. Аэрокосмический мониторинг состояния геологической среды железорудных месторождений КМА: особенности структуры, строения и функционирования / А.Н. Петин // Научные ведомости БелГУ, Сер. Естест. науки. – 2009, №11 (66). – С. 133-139.
8. Трубецкой, К.Н. Пути и решения проблем ресурсосбережения, охраны недр и окружающей природной среды / К.Н. Трубецкой, В.Н. Уманец, А.З. Голумбиев // Изв. вузов. Горный журнал. – 1989. - № 10.- С. 56-57.