

УДК 622.231 (575.2) (04)

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ НЕДР ПЛАНЕТЫ В ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Я.М. Додис – докт. техн. наук, проф.

Main problems, which appear at development of mineral resources connected with production scales comparable with global natural geological processes, are shown. Modern paths for solving ecological problems of open and underground mining, including utilization of man-caused deposits and mining wastes are presented.

В этом кратком сообщении нет никаких сенсаций. Дело в том, что в глобальном масштабе нам всем кажутся ресурсы земли не столь уж неисчерпаемыми, но все же в далекой перспективе. Во всяком случае, отдельному индивиду, далекому от природопользования вообще и недропользования, в частности, просто неизвестны масштабы освоения недр планеты при достаточно разнообразных направлениях освоения.

Вопросы техногенного вторжения в литосферу только в начале XXI в. породили необходимость раскрыть многие закономерности данного процесса. Только теперь, после более чем 2000-летнего использования недр, ставятся следующие задачи:

- разработать модель техногенного изменения недр;
- создать обобщенную модель процессов антропогенного вторжения в литосферу.

С середины 90-х годов XX в. в российской печати обсуждаются инициированные академиком К.Н. Трубецким техногенные вторжения в литосферу. Вероятно, это первые публикации, однако они как-то не очень живо подхвачены учеными, в отличие от других проблем. Некоторые элементы или части этой глобальной проблемы нашли отражение в публикациях 80-х годов прошлого столетия, обсуждались на конференциях.

Нет никаких сомнений в том, что сведения, которые будут приведены ниже, известны многим. Определенная информация потребует для сопоставительного анализа, особенно при выяснении масштабов освоения недр.

Итак, наша планета, одна из 9 планет солнечной системы, наша голубая планета имеет объем около $1,1 \cdot 10^{12}$ км³, а площадь поверхности составляет $5,1 \cdot 10^8$ км². Для нас, землян, недра – это верхняя оболочка, называемая земной корой, или литосферой, мощностью около 70 км. Следовательно, объем литосферы соответствует только 3% объема земли. Человечество уже сейчас эксплуатирует 60% всей поверхности суши планеты.

Из этих 3% люди пока способны проникнуть на глубину до 3,5 км, и то не по всей площади планеты, поскольку до 65% приходится на океанические глубины. Значит, из 3% твердой оболочки земли верхняя ее часть составит всего 0,15%, а исключая океаническое дно для освоения, остается только 0,045% объема земли, т.е. $5 \cdot 10^7$ км³. Разумеется, сюда входят урбанизированные участки и подобные им.

Такие скучные цифры просто необходимы для того, чтобы представить масштабы освоения недр. Изменение этих масштабов находится в полном соответствии с ростом народонаселения земли. В этом отношении можно выделить период, когда темпы роста использования минерального сырья были ниже темпов роста населения – это период до XVI в. Начи-

ная с XVI–XVII в., отмечается постоянное опережение темпов использования минерального сырья над ростом населения.

К 1975 г. ежегодный прирост горного производства составлял 5%. Вероятно, эти годы являются переломными, так как начиная с 1985 г. прирост не превышает 2% в год, и он стабилизируется на этом уровне. Средние темпы прироста потребления минерального сырья в 5 и 2% означают, что отдельные его виды росли с темпами от 0 до 10–15% в год. Наибольшее напряжение вызывает потребление всех видов энергоносителей, особенно нефти, газа, угля.

Во всех странах мира ежегодно сжигается до 10 млрд. т усл. т., которое естественно добывается из недр. С учетом руд, строительного сырья и других твердых полезных ископаемых из недр планеты добывается в настоящее время 80 млрд. м³ горных пород, или 80 км³, что составляет в масштабах объема всей земли $0,08 \cdot 10^3$ км³ в год.

Если темпы освоения недр останутся современными, то до глубины 3,5 км всю планету покроют горные работы через 600000 лет. Поскольку темпы освоения недр ежегодно возрастают на 2% и каждые 12 лет объемы добычи удваиваются, то время освоения планеты в горнопромышленном смысле резко сокращается и составит 370000 лет.

Может показаться, что это очень много, однако сфера освоения поверхности не ограничивается только горными работами. Вместе с тем сегодня на одного жителя земли, а это 6 млрд. человек, добывается до 30 т горной массы в год, а из добытого количества только 2% превращается в полезную продукцию.

Удваивающиеся потребности человечества приведут к тому, что уже в ближайшее время необходимо добывать до 900–910 млрд. т полезных ископаемых, или 360 км³ в год, т.е. в 4,5 раза больше, чем сейчас. Академик-геолог А.В. Сидоренко рекомендует различать физический предел истощения, т.е. полное исчерпание каких-либо элементов, и экологический предел – соответствующий такому уровню разработок, когда дальнейшая разработка представляет угрозу существованию человека. По оценкам ученых, до сих пор из недр извлечено около 5 триллионов тонн горной массы, или $5 \cdot 10^3$ км³.

Масштабы освоения можно легче представить, сравнив объемы, которые извлекает человек из недр с естественными процессами на земле, приводящими к переработке поверхности земли. Например, все реки мира разрушают дно и берега, поскольку несущая твердые частицы вода, образует так называемый твердый сток, который к настоящему времени составляет 15 км³ в год. С учетом химического растворения это уже 16 км³ в год. Как мы выяснили, из недр извлекается 80 км³, т.е. человек разрушает в 5 раз больше. Это значит, что разрушительная деятельность человека сопоставима с работой мощных природных сил. Оценим выбросы в атмосферу. 400 крупнейших городов мира выбрасывают отходы и стоки около 3 млрд. т в год, а вот 578 действующих вулканов мира – только 2,5 млрд. т всех веществ.

Однако вернемся к недрам. Из 80 км³ минерального сырья планеты 32 км³ являются крепкими горными породами, выемка которых из недр возможна после рыхления, для чего в настоящее время используются взрывчатые вещества. Для указанного объема горных пород их требуется 22,4 млн. т в год. Такое количество взрывчатых веществ способно выделить 90 млрд. МДж энергии или, чтобы было более понятно, – 324 млрд. кВтч. электроэнергии. Сравните результаты. В 1883 г. извергался вулкан Кракатау с силой, эквивалентной взрыву 400 водородных бомб, когда выделилось 200 млрд. кВтч энергии. И опять сравнение свидетельствует, что инженерная деятельность человека вполне сопоставима с грозными естественными геологическими процессами. В истории земли было грандиозное извержение вулкана Санторин по мощности в 8000 водородных бомб с выделением 4 триллиона кВтч энергии.

Какие же основные направления в освоении недр планеты?

Из перечисления исключаем сельское и лесное хозяйство и, возможно, незначительные по объемам отрасли. В основном наиболее активным агентом использования недр является горнодобывающая промышленность. Она же и – самое экологически опасное производство после химической промышленности.

Известно, что полезные ископаемые добываются открытым способом разработкой

карьерами и разрезами. Это по существу огромные кратеры, самый глубокий карьер имеет глубину 800 м и площадь 800 км².

Достаточно большое место занимают и подземные работы. Например, на земле самая глубокая шахта глубиной 3,5 км находится в Африке.

Добыча нефти и газа, а также подземных вод занимает ощутимые объемы, да и глубина проникновения бурового инструмента достигает 5–7 км.

Строительство также осваивает недра земли через строительство гидротехнических сооружений. Поскольку мощность гидростанций прямо пропорциональна перепаду высот, то, естественно, в резкопересеченной гористой местности реки способны дать большую мощность на единицу водного стока. В последние 40–50 лет в таких районах все водоводы к гидроагрегатам и даже здания ГЭС экономичнее возводить под землей.

Таким образом, направления освоения недр планеты настолько обширны и разнообразны, что вполне актуальна проблема геологической экологии, т.е. сохранение геологической среды. Необходимость постановки и решения проблем геоэкологии подтверждается результатами и последствиями освоения недр планеты.

Проблема рационального использования недр из локально-государственной превращается в проблему рационального освоения недр планеты глобально-экологического характера, что объясняется результатами и последствиями использования (освоения), которые оцениваются, например, по эффективности извлечения полезных компонентов, особенно металлических, из полезных ископаемых. Так, потери полезных компонентов в среднем достигают 40%. Это значит, что 40% извлеченных полезных ископаемых добыты напрасно и, следовательно, при рациональном использовании можно было бы на 40% меньше разрушать недра планеты.

В настоящее время до 80% всего объема извлеченных из недр горных пород производится открытым способом, при котором в среднем соотношение пустых пород к полезному ископаемому достигает 4:1. После извлечения части полезного компонента вместе с пустыми породами около 90–97% ранее извле-

ченных объемов складируются на поверхности земли в виде отвалов, терриконов и хвостохранилищ. Чаще всего они располагаются на довольно урбанизированных землях, на пахоте, в горных ущельях и т.п. Масштабы отчуждения пригодных для других областей использования земель впечатляют: на каждый 1 м² извлеченной горной массы требуется уже около 3,5 м² пространства. Это значит, что если карьер занимает площадь в 25 км², то отвалы и хвостохранилища от него занимают до 80 км². В настоящее время установлено, что при добыче 1 т железной руды нарушается до 500 га земель, а по совокупности важнейших для человека элементов и минералов нарушается 1400 га, или 14 км². Так, например, знаменитый Лебединский ГОК на Курской земле добывает в год 50 млн. т руды, значит, ему необходимо ежегодно 15 км² плодороднейших среднерусских черноземов. Например, только в Свердловской области объем отходов от горнодобывающей промышленности достигает 18 млрд. м³. Если учесть, что для образования 1 см плодородного слоя требуется 1000 лет, то можно представить масштабы экологического и экономического ущерба от подобного обращения с землей. Даже рекультивация земель полностью не решает проблемы, так как до ее нарушена структура почвы. Для Центральной Азии, где на душу населения приходится всего около 0,7 га земли, эта проблема представляется еще более серьезной, особенно для Ферганской долины.

По существу горные разработки представляют собой антропогенный рельеф, масштабы которого внушительны, и который приводит к деградации естественного рельефа и ландшафта. Рукотворные "лунные" ландшафты покрывают значительные пространства земли. Часть из них представляет серьезную экологическую опасность.

Вследствие несовершенства технологии обогащения и сквозного извлечения полезных компонентов из сырья в отвалах и хвостохранилищах залегают 4750 км³ отходов, образуя так называемые техногенные месторождения. Существование таких образований свидетельствует о глобальности влияния человеческой деятельности в области освоения недр планеты.

Как известно, проблема отходов горного производства актуальна для многих стран, в том числе и Кыргызстана.

Одним из последствий подземной разработки является образование больших выемок, полостей в недрах. Часто это сопровождается и серьезными сдвигами пластов. В частности, это отмечено в Сибири, на Урале, Франции, Германии и других регионах.

Подземные горные работы, например, при возведении метрополитенов и последующая их эксплуатация требуют систематического водоотлива. Эти мероприятия, как и эксплуатация подземных вод, оборачиваются локальными тектоническими движениями достаточно больших участков земли. Так, в районе Мехико, где откачка воды ведется с глубины до 120 м и достигает 1 млн. м³ в сутки, с 1880 г по 1960 г. город просел на 5 м. В 1970 г. максимум осадки составил 11 м. По расчетам ученых, в XXI в. Мехико опустится на 10–11 м.

Откачка воды из Московского метро приводит к осадке зданий в год на 8–100 мм, а высотных зданий – до 180 мм.

Гидротехническое строительство, в частности возведение огромных водохранилищ при их заполнении водой, приводит к генерации землетрясений силой 4–6 баллов по шкале Рихтера. Например, водохранилище МИД в Колорадо объемом в 35 млрд. м³, где отмечено максимальное прогибание поверхности дна в 30 тыс. км², что в 100 раз больше площади самого водохранилища, привело к сейсмическим толчкам в 7,5 баллов. Подобные примеры можно привести в Китае, Индии, в Замбези и др.

Они свидетельствуют о масштабах и последствиях освоения недр планеты, а также о

сравнимости результатов и объемов инженерной деятельности человека и общепланетарных геологических процессов и явлений.

Возникает закономерный вопрос о путях рационализации недропользования, а вернее, природопользования.

1. Один из путей снижения разрушительной нагрузки на недра – это новые геотехнологии без извлечения огромных масс горных пород, а извлечение только ценных полезных компонентов. Такие технологии уже созданы и используются, при этом, правда, возникают другие проблемы, в частности, химическая нагрузка на недра.

2. Эффективная рекультивация горных разработок и доведение ее уровня до близкого к естественному с возможным его улучшением.

3. С научной и производственной точек зрения, что, впрочем, уже вышло за пределы лабораторий и институтов, – это освоение морского и океанического дна и создание специальных технологий. Шельф уже интенсивно осваивается, вероятно, глубины освоения будут увеличиваться.

4. Возникновение международной организации, возможно в пределах ООН, – органа, устанавливающего определенные квоты и условия, а также дифференцирующие их по видам сырья, например, аналогично ОПЭК при добыче нефти или выплавке стали и производстве проката, как и выбросов в атмосферу.

5. Ближайшие задачи – это прорыв в технологии обогащения и извлечения полезных компонентов, а также комплексное извлечение и глубокая переработка сырья.