УДК 624:131.1:622

И.П.Иванов, А.И.Арнаутов

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА РАЗРАБОТКИ АЛМАЗНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

Рассмотрена возможность выбора оптимального способа разработки конкретного месторождения с учетом ожидаемых геоэкологических изменений. Оценка (в баллах) прогнозируемых изменений природной среды при горных работах традиционными способами позволяет считать предпочтительной подземную разработку. Показана необходимость перехода инженерной геологии в статус науки, обосновывающей способ разработки, а не обеспечивающей заранее выбранный.

The possibility of choice of the optimal exploitation process of given deposits is considered taking into account some expected geoecological changes. The estimation (in points) of predictable changes in environment while mining by traditional exploitation methods allows to consider the underground mining as a preferable one. The necessity of converting the engineering geology to the science studying the exploitation method but not providing the preselected one is shown.

Характер и последствия взаимодействия горных работ с природной средой определяются, в первую очередь, способом разработки месторождения. Традиционно выбор его производят на основе данных детальной разведки и обосновывают в проектных решениях по технико-экономическим показателям. Инженерно-геологические исследования, оценки и прогнозы выполняются уже применительно к избранному способу эксплуатации с целью обеспечения надежности и безопасности условий освоения месторождения [2-4].

Под влиянием новых требований, связанных с актуальностью экологических проблем, перед инженерно-геологическими исследованиями необходимо ставить принципиально новые задачи по обоснованию наиболее "экологичного" способа разработки месторождения и выбора мероприятий, ограничивающих негативное техногенное воздействие на окружающую среду. В связи с этим необходимо изменить (дополнить) понятие инженерно-геологических (горно-геологических) условий

месторождений полезных ископаемых как систему взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (подсистем). Это значит, что в комплекс исследований войдут следующие проблемы:

1) состав, сложность и специфика изучения и оценки инженерно-геологических условий на разных стадиях освоения месторождения;

2) особенности оценки и прогноза ее взаимодействия с техногенными средами (горными работами и сооружениями);

3) надежность и безопасность ведения горных работ и эксплуатации сооружений;

4) степень и характер изменения отдельных подсистем (орогидрографии, горных пород, подземных вод и газов, геодинамики) в результате их взаимодействия с техногенными средами;

5) технико-экономические показатели горно-добывающих и горно-перерабатывающих предприятий;

6) специфика мероприятий по ограничению негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду (т.е. на эти же подсистемы и на систему в целом);

7) пути восстановления (рекультивации) нарушенных территорий, их рационального использования и охраны.

Таким образом, роль инженерно-геологических исследований на различных стадиях разведки месторождения и в особенности на стадии детальной разведки принципиально меняется. От обычных, традиционных оценок выбранного (горняками по обоим соображениям) способа разработки месторождения и соответствующих прогнозов необходимо перейти к обоснованию способа освоения месторождения на "конкурсной" основе с учетом ожидаемых изменений экологической обстановки района горного производства и ее восстановления. Инженерно-геологические оценки и прогнозы, таким образом, приобретают ранг активных участников выбора наиболее экологически "чистого" способа разработки, т.е. становятся уже на этом этапе основой обоснования мероприятий предохранительного и восстановительного характера.

Для выбора оптимального, наиболее экологически "чистого" способа разработки в систему инженерно-геологических условий необходимо включить новые, специальные критерии прогноза формирования и изменения рельефа и гидрологии местности, режима подземных вод, землеемкости предприятия (площадь разрушаемых и временно занимаемых под различные сооружения земель), полноты выемки и качества полезного ископаемого, интенсивности горно-геологических явлений. Характеристика отдельных этапов освоения месторождений полезных

ископаемых, связанная с новыми задачами инженерно-геологических исследований, оценок и прогнозов, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Последовательность инженерно-геологического обоснования мероприятий по рациональному использованию недр и охране природной среды при разработке месторождений твердых полезных ископаемых

Номер этапа	Этап	Содержание работ	Характер предлагаемых мероприятий (ограничений)
1	Геоэкологическое обоснование оптимального способа разработки месторождения	1. Проведение и анализ инженерно-геологических исследований с целью оценки горно-геологических условий месторождения и их анализ 2. Прогноз изменения основных элементов геологической среды в результате ее взаимодействия с горными работами 3. Выбор (обоснование) наиболее "экологичного" способа разработки месторождения (с минимальным ущербом для окружающей среды)	Надежная информация в виде количественных показателей, позволяющих определить параметры горных выработок и оценить масштабы и характер ожидаемых изменений природной среды для всех конкурирующих способов разработки месторождения
2	Обоснование предохранительных мероприятий, ограничивающих отрицательное влияние горных работ	1. Инженерно-геологическое обоснование параметров горных выработок и сооружений с целью обеспечения безопасности их строительства и эксплуатации и рационального использования геологической среды 2. Обоснование мероприятий по обеспечению нормальных условий разработки месторождения выбранным способом и по ограничению его негативного влияния на окружающую среду 3. Учет в проекте горного предприятия рекомендаций, обоснованных в пп. 1 и 2	Предохранительные мероприятия по ограничению негативного влияния разработки месторождения: охрана поверхностных и подземных вод, предупреждение деформаций бортов отвалов, кровли и почвы подземных выработок, водных прорывов, оседания земной поверхности и др. Все мероприятия обосновываются с целью включения в проект горного предприятия

Окончание табл.1

Номер этапа	Этап	Содержание работ	Характер предлагаемых мероприятий (ограничений)
3	Обоснование организации локального горно-геологического мониторинга и методики его функционирования	1. Разработка схемы организации мониторинга в конкретном районе 2. Определение круга задач, решаемых на базе функционирования мониторинга 3. Разработка методики исследований и наблюдений и их использования при эксплуатации горных сооружений и мероприятий по охране природной среды	
4	Осуществление принципа "обратной связи" в строительстве и эксплуатации горного предприятия и охранных мероприятий	1. Разработка рекомендаций по уточнению параметров горных выработок и охранных мероприятий на базе поступающей информации мониторинга 2. Уточнение методики функционирования мониторинга и прогноза изменения геологической среды	Сопутствующие мероприятия, выполняемые в соответствии с принятыми в проекте решениями. Изменения и уточнения проектных решений в результате анализа данных, поступающих с мониторинга
5	Обоснование восстановительных мероприятий (рекультивации территории)	1. Разработка рекомендаций по восстановлению нарушенных земель, режима поверхностных и подземных вод, растительного покрова и жизнедеятельности организмов 2. Разработка рекомендаций к проведению горных работ с учетом последующей рекультивации нарушенных территорий	Состав мероприятий, связанный с неизбежными нарушениями территорий (карьеры, отвалы, мульды сдвижения, вырубки лесов и др.) и режима поверхностных и подземных вод: техническая рекультивация, очистка загрязненных объектов, пополнение запасов, лесонасаждения и др.

В качестве примера приведем результаты сравнительной прогнозной оценки изменения основных компонентов инженерно-геологических условий одного из алмазных месторождений (кимберлитовых трубок) в Архангельской области (табл.2) под влиянием трех конкурирующих способов разработки: открытого (карьерного), подземного (шахтного) и геотехнологического (скважинной гидродобычи).

Таблица 2

Оценка результатов взаимодействия горных работ с природной средой (в баллах) при различных способах разработки месторождения

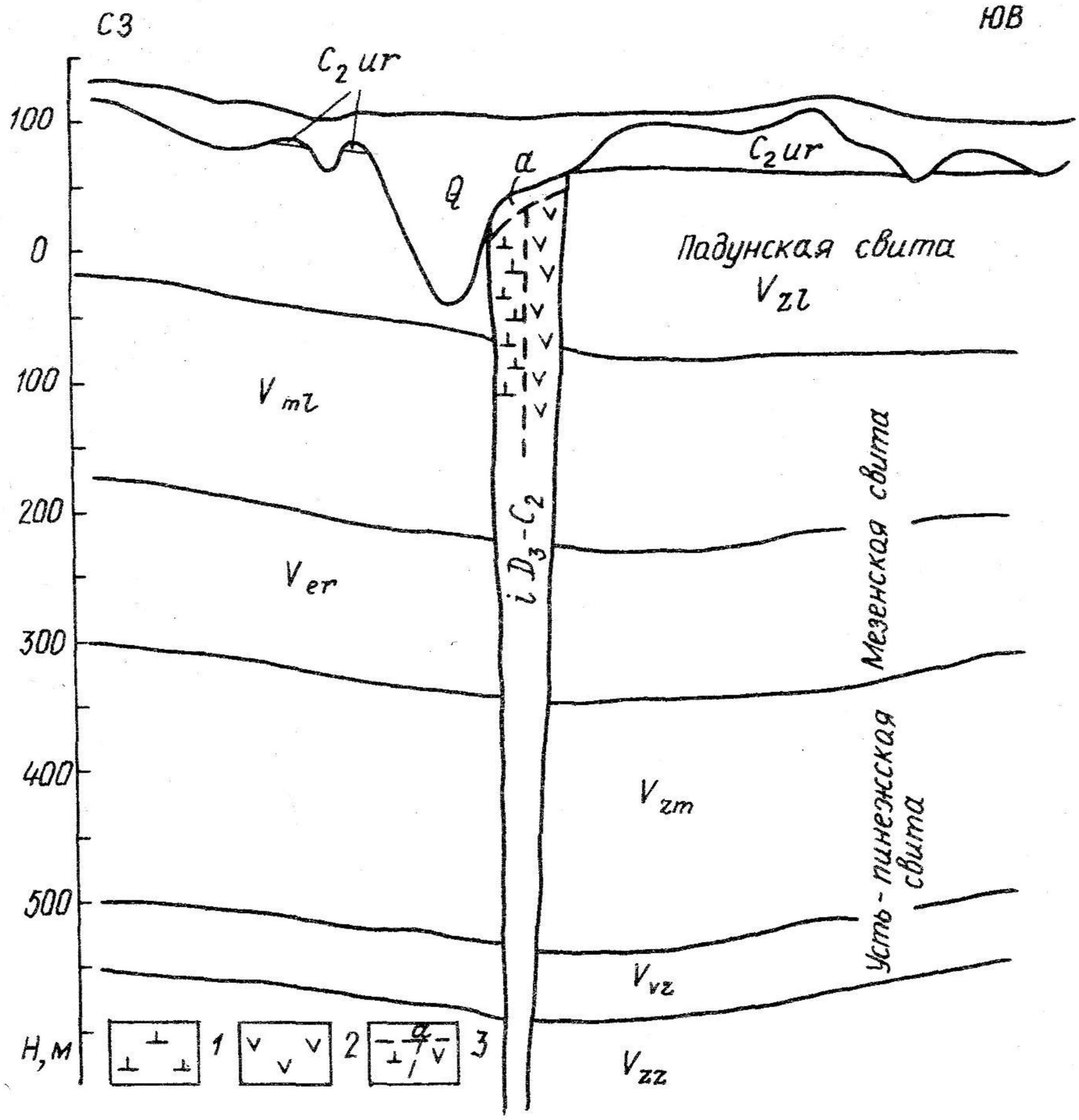
Критерий оценки	Способ разработки месторождения		
	открытый	подземный	геотехнологический
Объем экскавации горной массы	10,00	1,00	0,10
Площадь нарушенных земель	5,00	0,05	0,01
Землеемкость горного предприятия	8,00	0,08	0,08
Масштабы нарушения гидрологии	12,00	0,01	0,01
Масштабы нарушения гидрогеологического режима	15,00	1,5	0,01
Масштабы загрязнения природной среды	6,00	2,00	1,00
Потери полезного ископаемого	1,00	10,00	20,00
Сроки восстановления (рекультивации) природной обстановки	20,00	2,00	1,00

Сумма	77,00	15,15	22,21

В пределах месторождения можно выделить следующие горно-геологические блоки (массивы), имеющие определяющее значение при оценке сложности разработки кимберлитовых трубок (см.рисунок):

1. Перекрывающие полезное ископаемое породы: а) толща четвертичных отложений мощностью от 40 до 165 м, представленная водонасыщенными разновидностями разного генезиса, состояния и свойств; б) толща водоносных песков и слабых песчаников карбона мощностью до 40 м (южная часть месторождения).

2. Вмещающие полезное ископаемое породы: а) падунская свита, представленная чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов, с преобладанием песчаников на глинистом цементе, мощностью 129 м; б) мезенская свита (с преобладанием алевролитов и аргиллитов) мощностью 256 м; в) усть-пинежская свита, представленная переслаиванием алевролитов и аргиллитов, мощностью более 233 м.



Схематический разрез месторождения алмазов имени М.В. Ломоносова, масштаб 1:50000

1 - кимберлитовые атолитовые брекчии; 2 - кимберлитовые туфо- и ксенотуфобрекчии; 3 - зона выветривания кимберлитов

3. Полезное ископаемое (кимберлитовая трубка): а) выветрелые ксенотуфобрекчия и автолитовая брекчия, представленные твердой глиной, мощностью менее 20 м; б) ксенотуфобрекчия, неизмененная слабонарушенная; в) атолитовая брекчия.

В данных условиях открытый способ набрал максимальное количество баллов (табл.2), что указывает на его самую низкую "экологичность". Чтобы перейти к этапу выбора оптимального способа эксплуатации трубки, необходимо проанализировать результаты прогнозов при подземном и геотехнологическом способах. По общей сумме баллов с учетом *характера взаимодействия горных работ с геологической средой* наиболее предпочтительным оказывается подземный (шахтный) способ разработки данного месторождения. Если признать

приоритетным предлагаемый геолого-экологический анализ условий освоения месторождения и прилегающих к нему территорий, то,в соответствии с предлагаемой нами схемой (табл.1), следует перейти ко второму этапу - обоснованию конкретных мероприятий, ограничивающих отрицательное влияние уже выбранного оптимального (в данном случае, подземного) способа разработки кимберлитовой трубки. Этот этап будет выполнен на основе инженерно-геологической информации, полученной на стадии детальной разведки, поэтому рекомендуемые предохранительные и восстановительные мероприятия содержат определенный элемент надежности.

В дальнейшем характер и масштабы мероприятий по ограничению техногенных воздействий уточняют с использованием информации, идущей с локального горно-геологического мониторинга.

Для обоснования охранных и восстановительных мероприятий на уже действующем Северо-Онежском бокситовом руднике нами была разработана схема организации мониторинга и методика выполнения необходимых работ. Отметим, что локальный горно-геологический мониторинг должен стать продолжением геолого-разведочных работ на месторождении и не зависеть в финансовом отношении от горно-добывающего предприятия. Необходимость организации и функционирования мониторинга на горных предприятиях неоднократно обосновывалась нашими и зарубежными специалистами. Профессор М.Арну, изучая влияние карьеров на окружающую среду во Франции, однозначно указывает на решающую роль специальных исследований и наблюдений в горно-добывающих районах, позволяющих контролировать взаимодействие горных работ с отдельными элементами геологической среды и повышать эффективность охранных мероприятий [1]. Наблюдения, проводимые на рекультивируемых территориях в США, показывают, что проблемы восстановления необходимо рассматривать на стадии проектирования с использованием данных специальных исследований [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология и окружающая среда/ЮНЕСКО, ЮНЭП. Париж, Найроби, 1990. Т.2.

2. *Иванов И.П.* Инженерно-геологические исследования в горном деле для обоснования рационального использования и охраны недр. Л.: Недра, 1987.

3. Прогноз и контроль геологической среды в районах освоения месторождений твердых горючих ископаемых: Сборник науч.трудов/ВИМС. М., 1989.

4. Рациональное использование геологической среды и ее охрана от отрицательного воздействия горно-добывающих предприятий/Записки Ленинградского горного ин-та. Т.109. Л., 1986.

5. Рекультивация нарушенных земель на разрезах США/ ЦНИЭИуголь. М., 1982. Вып.4.