Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. CXXXIII, 1981 г.

УДК 624.13 · 1; 502.76

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КАРЬЕРАМИ

В.Н.НОВОЖИЛОВ

Потребности в минеральном сырье непрерывно растут. Уже сейчас в мире наметилась тенденция к удвоению объемов горного производства в каждые 10-12 лет.

Невосполнимость геологических запасов большинства твердых полезных ископаемых, а также большие их потери в недрах (от 10-20 до 50 и даже 70 %) все острее ставят проблему рационального использования и охраны геологической среды как первостепенной важности проблему национальную, а в ряде случаев и межгосударственную.

Горное производство, оснащенное мощной и мобильной землеройной техникой, весьма существенно изменяет лик Земли и изменяет геологическую среду на больших площадях. Под влиянием горных разработок происходят глубокие качественные изменения инженерно-геологических условий карьерных полей и примыкающих к ним площадей, далеко выходящих за рамки месторождений. Влияние горных работ наиболее существенно сказывается на изменении напряженного состояния пород на участках выемок и отвалообразования, условий стока поверхностных и режима подземных вод, рельефа местности, влажностного и теплового режима горных пород, а также их физико-механических свойств [7]. Эти изменения влекут за собой перестройку гравитационного, температурного, гидрохимического и других полей, в результате чего формируются новые инженерно-геологические условия месторождения. В этой обстановке под влиянием постоянно действующих горнотехнических факторов (буровзрывные работы, водоотлив, выемка и отсыпка породы, скопление воды и жидкотекучих масс горных пород и др.) возобновляются или проявляются новые, неблагоприятные геологические процессы и явления, размеры которых в некоторых случаях достигают катастрофических масштабов (например, оползни объемом в несколько десятков миллионов кубических метров).

В СССР ежегодные объемы горных работ превысили 4-5 млрд.м^3. Современный крупный горно-обогатительный комбинат занимает территорию в сотни квадратных километров и представляет собой сложный комплекс инженер-

ных сооружений: карьер, отвальное хозяйство, обогатительная фабрика (чаще всего с мокрым циклом обогащения), гидротехнические сооружения (шламохранилище с оборотной водой, гидроотвал, прудки-отстойники для очистки воды и др.), сложное наземное хозяйство, а в ряд случаев и энергетические комплексы.

Дальнейшее развитие горной промышленности в нашей стране наиболее существенно повлияет на инженерно-геологические условия крупных регионов, прежде всего в пределах крупных территориально-производственных комплексов и горно-обогатительных комбинатов. Только искусственно создаваемые перепады в рельефе за счет выемки и отсыпки пород в отвалах уже в ближайшие десятилетия достигнут 600-800 м; изъятие из земельного фонда на каждый отвал в среднем по стране составляет 0,4-0,5 км^2 в год [8].

В инженерно-геологическом аспекте проблема рационального использования и охраны геологической среды при разработке месторождений полезных ископаемых разработана еще очень слабо, хотя этому вопросу были посвящены несколько крупных совещаний и конференций [14] и обширная литература [2, 3, 6, 10-13, 15].

С точки зрения рационального использования и охраны геологической среды при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом необходимо учитывать следующие неблагоприятные ее последствия: уничтожение (сработку) территорий, благоприятных для народнохозяйственного освоения, развитие новых или активизация существовавших ранее геологических процессов и явлений, истощение ресурсов подземных вод и загрязнение поверхностных водотоков и водоемов, а также необходимость максимального использования компонентов геологической среды в народнохозяйственных целях.

Решение этой проблемы требует развития исследований по следующим главным направлениям:

1) инженерно-геологическая оценка территории горного отвода с целью рационального размещения всего комплекса инженерных сооружений: карьера, отвального хозяйства, обогатительной фабрики, гидротехнических сооружений и других наземных сооружений;

2) оценка и прогноз устойчивости горных пород в откосах горных выработок и отвалах вскрышных пород, складируемых отходов обогатительных фабрик и др.; прогноз геологических явлений и процессов в пределах карьерного поля и их оценка;

3) инженерно-геологическое обоснование применения методов искусственного упрочнения горных пород в откосах уступов, основании отвалов, а также самих отвалов, как один из возможных и перспективных способов уменьшения объема выработанного пространства, объема внешних отвалов и повышения их высоты;

4) сохранение и восполнение запасов подземных вод за счет возврата рудничных вод и обеспечение их чистоты;

5) комплексная отработка месторождений, предусматривающая не только попутное извлечение всех ценных компонентов, но и прежде всего инженерно-геологическую оценку возможности получения готовых месторождений строительных материалов за счет селективной отработки вскрышных пород и их раздельного складирования как на поверхности, так и в выработанном пространстве;

6) прогноз изменения инженерно-геологических условий карьерного поля и прилегающих к нему площадей в связи с горными работами на месторождении;

7) защитные мероприятия по охране окружающей среды в связи с горным производством и рекультивация поверхности в пределах горного отвода параллельно с горными работами.

При инженерно-геологической оценке территории горного отвода и прилегающих к нему площадей, входящих в предполагаемую зону изменения природных условий под влиянием карьера, помимо решения общеизвестных задач (геологическое строение, гидрогеологические условия, свойства пород и др.) [4] особое внимание должно быть обращено на рациональное землепользование, т.е. рациональное размещение всего комплекса горного предприятия (карьер, отвалы, обогатительная фабрика, хвостохранилище и др.) с учетом особенностей „работы" каждого из них и их взаимного влияния.

Инженерно-геологическая оценка должна проводиться на основе инженерно-геологической карты, а для решения специальных вопросов - на основе карт инженерно-геологического районирования и других специальных карт (карта трещиноватости, карта среза на отметках заложения фундамента, карты распространения подземных вод, погоризонтные геолого-литологические карты и т.д.).

Одним из центральных вопросов проблемы рационального использования недр и охраны геологической среды является прогноз развития возможных геологических процессов и явлений и разработка мероприятий против их вредного влияния по каждому планируемому к отработке месторождению. В практике горных работ известны оползни объемом в сотни тысяч и десятки миллионов метров кубических и случаи, когда деформации пород перед фронтом отсыпки отвалов захватывают огромные площади.

Оценка и прогноз развития различных деформаций в откосах горных выработок и отвалов должен проводиться на основе изучения общих закономерностей и распространения геологических процессов и явлений, как отмечает В.Д.Ломтадзе [5], главной особенностью геологических процессов и явлений, протекающих на поверхности Земли, следует считать неравномерность их проявления в пределах различных регионов, областей и районов, что обусловлено как особенностями климата, физико-географических условий и рельефа, так и распространением отдельных комплексов пород и расположением тектонических структур.

Как показывает опыт проектирования горных предприятий, все инженерные расчеты устойчивости пород в откосах горных выработок должны проводиться на основе карты инженерно-геологического районирования карьерного поля по условиям устойчивости с обязательным учетом влияния на устойчивость всех природных и горнотехнических факторов.

Прогнозирование деформаций откосов бортов и отвалов на карьерах является составной частью общего прогноза изменения инженерно-геологических условий месторождения [7]. Прогноз проводится для каждого более или менее однородного участка по условиям устойчивости с указанием механизма и стадии деформационного процесса и факторов, определяющих его развитие.

Основные положения прогноза устойчивости пород в откосах горных выработок изложены в работах П.Н.Панюкова [II], Б.В.Смирнова [I5] и М.Е.Певзнера [I2] и др.

Особое внимание следует уделять устойчивости ограждающих сооружений шламохранилищ и хвостохранилищ, где складируются огромные массы разжиженных пород, нередко с вредными реагентами и токсичными хвостами, роль которых в загрязнении подземных и поверхностных вод при прорыве дамб или недостаточной гидроизоляции их ложа чрезвычайно велика.

Рациональное землепользование в пределах горного отвода должно предусматривать мероприятия по уменьшению объема выработанного пространства и площадей, занятых внешними отвалами. Перспективным является инженерно-геологическое обоснование возможности искусственного упрочнения пород откосов уступов и основания тела отвалов.

Исследования, проведенные на ряде отечественных карьеров А.Г.Хуташвили и В.Н.Новожиловым [I7], Г.Л.Фисенко, М.А.Ревазовым и Э.Л.Галустьяном [I6], М.Е.Певзнером [I2] и др., показали практическую возможность и экономическую целесообразность применения широкого круга различных методов укрепления пород.

Многоярусное отвалообразование, основанное на всестороннем учете свойств отсыпаемых пород и условий их консолидации, а также свойств пород основания и технологии отсыпки отвалов, позволяет значительно сократить площади под отвалами, увеличив их высоту.

Использование гидроотвалов в качестве основания для отсыпки „сухих" отвалов также является одним из резервов в улучшении землепользования в пределах горного отвода.

При отвалообразовании необходимо учитывать возможное окисление пород, их самовозгорание, растворение, разрушение и перенос под действием ветра и другие изменения. Вредным последствием таких изменений могут быть загрязнение подземных и поверхностных вод, а также воздушного бассейна вредными газами и твердыми тонкими взвесями.

Количество откачиваемой воды из карьеров огромно. По данным С.К.Абрамова, М.С.Газизова и В.И.Костенко [I], только из 26 угольных и сланцевых карьеров нашей страны ежегодно откачивается I85 млн.м^3 воды. На отдельных угольных разрезах коэффициент водообильности достигает 27 м^3 на I т добытого угля; по данным тех же авторов на четырех карьерах Курской магнитной аномалии и двух карьерах Казахстана в последние годы в работе находилось около I00 км дренажных штреков, до 600 сквозных фильтров-скважин и около I00 водопонижающих скважин.

Вокруг карьеров формируются депрессионные воронки, радиус которых достигает нескольких километров. Рудничные воды в народном хозяйстве пока еще используются не в полной мере, нередко их сбрасывают в поверхностные водотоки и водоемы; закачка рудничных вод в подземные водоносные горизонты проводится редко.

Особое место при разработке полезных ископаемых карьерами занимает вопрос предохранения от загрязнения и очистка рудничных вод от твердых взвесей [9]. Содержание твердых взвесей в рудничных водах может дости-

гать 10-12 г/л; еще выше присутствие твердых взвесей в технологических водах дражных полигонов, где оно достигает 15-20 г/л. Использование таких вод в технических целях или сброс их в поверхностные водотоки, а также перепуск (закачка) в подземные водоносные горизонты без специальной очистки недопустимы. На кафедре инженерной геологии ЛГИ применительно к условиям Тихвинского горнопромышленного района вопросы очистки и защиты рудничных вод от загрязнения успешно решены [9].

При планировании комплексного использования в народнохозяйственных целях вскрышных и вмещающих полезное ископаемое горных пород возникает необходимость инженерно-геологической оценки всех петрографических разностей. В результате таких исследований можно получить разведанное сырье для производства кирпича, цемента, заполнителей для бетона, балласта и других строительных материалов, используемых при возведении железных и автомобильных дорог, аэродромов и т.п.

Частное решение этой проблемы в текущем пятилетии в конкретных инженерно-геологических условиях возможно за счет селективной отработки вмещающих и покрывающих пород, а также некондиционных руд с селективным отвалообразованием при максимальном соблюдении "чистоты" складируемых отвалов. Такая организация горных работ на карьерах несколько повысит себестоимость основного полезного ископаемого, но позволит уже в ближайшее время получить ряд новых, готовых к использованию в народном хозяйстве месторождений строительных материалов. Экономический эффект от такой организации горных работ, при которой используются все компоненты геологической среды (полезные ископаемые и вмещающие и покрывающие породы), огромен. Это один из главных элементов рационального использования и охраны геологической среды.

Разработка инженерно-геологических прогнозов изменения природной обстановки под влиянием горного производства, а в связи с этим инженерно-геологическое обоснование защитных мероприятий по охране недр и окружающей среды, должны охватывать все стороны этого сложного процесса. Нельзя, как это нередко делается, сводить задачу только к прогнозированию геологических процессов и явлений в пределах карьерного поля.

В теоретическом плане инженерно-геологическое прогнозирование разработано еще недостаточно, хотя имеется достаточно обширная литература [3, 7, 8, 10-15].

Не ставя себе задачей детальное рассмотрение этого вопроса, отметим, что прогнозирование должно проводиться на всех стадиях и этапах инженерно-геологического изучения месторождений полезных ископаемых и являться логическим завершением каждой стадии изучения и оценки месторождения. Обоснование мероприятий по рациональному использованию и охране геологической среды должно рассматриваться как проблема многоплановая, требующая комплексного подхода с тщательным анализом инженерно-геологических условий месторождения, потребностей данного района в сырье (в том числе и в строительных материалах) и перспектив развития региона в целом.

На стадиях разведки месторождений должны быть четко сформулированы задачи прогноза изменения инженерно-геологических условий района откры-

тых разработок с обоснованием комплекса мероприятий по максимальному сохранению ландшафтов, чистоты подземных и поверхностных вод, почв, воздушного пространства, с разработкой эффективных мероприятий против возникновения или развития неблагоприятных геологических процессов и явлений, возникновение которых может быть связано с горным производством.

Вопросы рационального использования и охраны геологической среды должны быть поставлены проектировщиками уже на первой стадии проектных работ. На стадии детальной разведки месторождения должны быть поставлены следующие конкретные задачи:

1) оценка направленности изменения инженерно-геологических условий района открытых горных разработок;

2) прогноз развития неблагоприятных геологических явлений и процессов, ухудшающих природные условия района или осложняющих горное производство;

3) оценка возможности комплексного использования всех литологических и петрографических разностей вскрышных пород в народнохозяйственных целях;

4) оценка возможности хозяйственного использования рудничных вод или возврата (закачки) их в водоносные горизонты;

5) оценка агрохимических свойств всех возможных разностей вскрышных пород и руд, пригодных для целей рекультивации местности;

6) оценка возможности и способов искусственного улучшения свойств горных пород в откосах горных выработок и на участках возможного складирования отвалов, гидроотвалов, хвостохранилищ и шламохранилищ и др.;

7) разработка комплекса защитных мероприятий по предотвращению или резкому снижению влияния горных работ на изменение инженерно-геологических условий горного отвода и прилегающих к нему площадей;

8) разработка мероприятий по комплексной охране окружающей среды от вредного влияния технологических процессов в пределах всего горно-обогатительного комбината или территориально-производственного комплекса.

На стадии детальной разведки решение этих задач требует анализа инженерно-геологических условий месторождений с учетом предполагаемых технологических процессов разработки месторождения и намечаемого территориального промышленного комплекса; дополнительного изучения свойств вскрышных пород (в соответствии с требованиями ГОСТа на различные виды строительных материалов); практических рекомендаций по сохранению почв, подпочвенных горизонтов, торфов и других минеральных и органических образований, пригодных для рекультивации.

При оценке инженерно-геологических условий месторождения на стадии детальной разведки необходимо обращать особое внимание на полноту получаемых исходных материалов.

На следующих стадиях разведки (разведка эксплуатируемого месторождения в пределах горного отвода и эксплуатационная разведка) должен выполняться комплекс дополнительных инженерно-геологических наблюдений и исследований в связи с оценкой прогноза изменения инженерно-геологических условий по отдельным участкам отработки и мероприятиями по охране геологической среды.

Комплекс дополнительных исследований на этих стадиях инженерно-геологической оценки месторождений регламентируется специальными инструктивными указаниями по инженерно-геологическому обслуживанию карьеров и проводится по специальным программам.

Комплекс вопросов, охватывающих проблему рационального использования и охраны геологической среды, обширен, и для его разрешения требуются совместные творческие усилия инженер-геологов, гидрогеологов, инженеров горного профиля, химиков, экономистов и всех специалистов, связанных с охраной недр и воздушного бассейна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов С.К., Газизов М.С., Костенко В.И. Защита карьеров от воды. М., Недра, 1976.

2. Бабушкин В.Д., Пересунько Д.И., Прохоров С.П., Скворцов Г.Г. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых. М., Недра, 1969.

3. Котлов Ф.В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города. М., Наука, 1977.

4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых и их типизация. Записки Ленинградского горного института им. Г.В.Плеханова, т. 67, вып. 2, 1974.

5. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л., Недра, 1977.

6. Материалы Всесоюзного совещания по проблемам теории прогноза инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых. Белгород, изд. ВИОГЕМ, 1975.

7. Новожилов В.Н. Изменение инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых при открытой разработке. – Зап. ЛГИ, 1971, т. 62, вып. 2.

8. Новожилов В.Н. Рациональное использование недр и охрана окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. – Зап. ЛГИ, 1976, т. 70, вып. 2.

9. Новожилов В.Н., Котова М.С. Охрана подземных вод при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых. – В кн.: Геология четвертичного периода. Инженерная геология. Гидрогеология аридной зоны. М., Наука, 1976.

10. Оценка изменений гидрогеологических условий под влиянием производственной деятельности / Под ред. Фомина В.Н. М., Недра, 1978.

11. Панюков В.Н. Инженерная геология, М., Недра, 1978.

12. Певзнер М.Е. Борьба с деформациями горных пород на карьерах. М., Недра, 1978.

13. Потемкин Л.А. Охрана недр и окружающей среды. М., Недра, 1977.

14. Проблемы инженерной геологии в связи с рациональным использованием геологической среды. Зап. ЛГИ, 1976, т. 70, вып. 2.

15. Смирнов Б.В. Основы теории и методология инженерно-геологического прогнозирования при разведке угольных месторождений. Автореферат докт. дисс. М., изд. ВСЕГИНГЕО, 1977.

16. Фисенко Г.Л., Ревазов М.А., Галустьян Э.Л. Укрепление откосов на карьерах. М., Недра, 1974.

17. Хуташвили А.Г., Новожилов В.Н. Опыт электрохимического укрепления глинистых пород на карьерах Тихвинского глиноземного завода. – Зап. ЛГИ, 1966, т. 52, вып. 1.