Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
1986, т. 109

УДК 624.131.1:622.03

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРНО-ДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ

И.П.ИВАНОВ

Оценка изменений инженерно-геологических условий (ИГУ) горно-добывающих районов представляет собой вид геологических работ на разных стадиях инженерных изысканий и является продолжением, проверкой и уточнением инженерно-геологических прогнозов, заложенных в проектах горных предприятий. Основная задача исследований состоит в выявлении и описании характера, форм и количественных показателей, возникших геологических процессов и в определении тенденций их дальнейшего развития под влиянием различных природных и техногенных факторов. Оценке подлежат изменения всех элементов ИГУ территории горно-добывающего района: рельефа местности, горных пород, напряженного состояния массива, подземных вод, геологических процессов. В связи с тем, что возникающие изменения существенно зависят от способа разработки месторождения, их изучение целесообразно проводить раздельно для районов открытой и подземной разработки.

Практика геолого-разведочных работ позволяет выделить два источника информации: дополнительные инженерно-геологические исследования в период разведки месторождения и специальные инженерные изыскания, проводимые специализированными организациями и научно-исследовательскими институтами во время проектирования, строительства и эксплуатации горных предприятий. Второй источник информации при решении задач рационального использования геологической среды и ее охраны является основным.

Особое значение приобретает вопрос о границах территории, подлежащей оценке. Как известно, вокруг любого промышленного предприятия возникает новая система, в пределах которой выделяют несколько зон с разными количественными и качественными изменениями [4]. Применительно к месторождениям твердых полезных ископаемых, разрабатываемых подземным и открытым способами можно выделить следующие зоны изменения геологической среды:

1) зона размещения горных выработок (карьеров, шахт), в пределах которой происходит наиболее интенсивные изменения ИГУ;

2) зона, прилегающая к горным выработкам, где происходят менее интенсивные изменения под влиянием горных работ (мульды сдвижения, прибортовые участки);

3) зона размещения отходов горного производства и вспомогательных сооружений, в пределах которой происходят изменения рельефа, горных пород

и загрязнения почв и природных вод;

4) участки, находящиеся за пределами земельного отвода, подвергающиеся осушению, затоплению, подтоплению, запылению и т.д.

Переход к фоновым, неизмененным территориям плавный, но очень часто из области влияния одного объекта можно попасть в сферу взаимодействия геологической среды с другим источником изменения и загрязнения.

Типизация территорий, измененных под влиянием техногенных воздействий, рассматривается многими авторами [I,3,5 и др.], однако строго обоснованных критериев проведения точных границ все еще нет.

Разработка месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом приводит к существенному изменению всех элементов ИГУ. Рельеф местности изменяется за счет карьера, отвалов, хвосто- и шламохранилищ, что приводит к созданию больших площадей искусственных обнажений (откосы и бермы карьера, тела насыпей, отвалов различного происхождения), к изменению напряженного состояния массива (разгрузка и нагрузка), к оседанию земной поверхности, к изменению состояния и свойств горных пород (разуплотнение, разрушение, выветривание), режима поверхностных и подземных вод (отвод речных русел, подпор рек и временных потоков, осушение, затопление, подтопление) и в конечном итоге к возникновению новых геологических процессов, а иногда и к активизации существующих.

Преобразование рельефа местности под влиянием открытых горных работ является основным источником большого разнообразия взаимообусловленных изменений, которые определяют условия рационального использования геологической среды. В зависимости от степени изменения естественного рельефа и особенностей геологического строения вмещающих и вскрышных пород определяется характер и интенсивность геологических процессов, которые сказываются на условиях ведения горных работ, на безопасности труда горняков, на технико-экономических показателях предприятия.

В связи с предварительным осушением карьерных полей, возможно изменение естественного напряженного состояния горных пород, которое, однако, может привести к изменению состояния пород и формированию мульды оседания только при снятии больших величин гидростатического давления и при наличии слабых песчано-глинистых отложений.

Основываясь на результатах исследований и наблюдений на ряде угольных бассейнов (Подмосковный, Кузнецкий, Днепровский, Восточно-Марицкий, Северо-Чешский и др.) и рудных месторождений (КМА, Соколовско-Сарбайское, Керченское, Никополь-Марганцевое и др.), можно построить обобщенную физическую модель изменения ИГУ территорий под влиянием открытых горных работ, которая может стать базой для инженерно-геологических оценок и прогнозов (см. таблицу).

Оценка изменений ИГУ обычно проводится при инженерно-геологической съемке масштаба I:I000 – I:2000 в пределах искусственных обнажений и I:5000 – I:I0000 для прилегающих к ним участков. Во время съемочных работ оконтуриваются все нарушения, определяется степень нарушенности территорий и критерии наступивших изменений отдельных элементов ИГУ. В итоге состав-

Изменения инженерно-геологических условий территории в районе карьеров

Этап освоения месторождения	Основной элемент ИГУ, подвергающийся воздействию горных работ, и первичные изменения	Вторичные изменения
I. Предварительное осушение месторождения	Изменение естественного напряженного состояния горных пород за счет снижения гидростатического давления дренированием подземных вод	Уплотнение пород и оседание земной поверхности в результате дренирования подземных вод. Иссушение земель в пределах депрессионной воронки. Подтопление и затопление территории в результате сбрасывания дренажных вод и коррекции речной сети
II. Строительство карьера и внешних отвалов. Прокладка транспортных коммуникаций. Дренаж подземных вод	Формирование нового техногенного рельефа, приводящее к изменению естественного напряженного состояния пород и созданию искусственных обнажений	Выветривание горных пород на искусственных обнажениях, разуплотнение (набухание), гравитационные явления на откосах, эрозия и фильтрационные деформации, заболачивание, подтопление, иссушение, запыление
III. Разработка полезного ископаемого и его переработка. Строительство внешних и внутренних отвалов, шламо- и хвостохранилищ	Дальнейшее изменение рельефа территории, увеличение площадей искусственных обнажений пород, рост давления от отвалов, увеличение размеров депрессионной воронки	Повышение интенсивности процессов, характерных для этапа II. Загрязнение подземных и поверхностных вод за счет утечек растворов из шламо- и хвостохранилищ. Потери и рафубоживание полезного ископаемого
IV. Строительство инженерных сооружений для ограничения интенсивности изменений геологической среды	Изменение техногенного рельефа, регулирование поверхностного и подземного стока	Улучшение свойств горных пород, увеличение устойчивости откосов, уменьшение интенсивности выветривания и фильтрационных деформаций. Изменение систем и технологии вскрышных и отвальных работ. Создание защитных полос и т.д.
V. Рекультивация земель	Изменение техногенного рельефа. Создание нового почвенно-растительного слоя и промплощадок. Изменение режима поверхностных и подземных вод	Уменьшение степени нарушенности территории. Возвращение земельных площадей потребителям

ляются специальные инженерно-геологические карты измененных территорий, которые могут служить базой для назначения видов и объемов дальнейших исследований и наблюдений, прогнозов и обоснования инженерных мероприятий.

В качестве показателей оценки изменения природной обстановки под влиянием горных работ чаще всего рекомендуются отношения, в числителе которых представлена сумма площадей, нарушенных горными работами (карьер, отвалы, дороги, промплощадки и др.), а в знаменателе – площадь земельного отвода или производительность карьера по полезному ископаемому или по горной массе [2,5,6]. Такого рода оценки целесообразно использовать при решении организационных и некоторых технологических задач по рациональному использованию земель. Наибольшее распространение в горной практике получил коэффициент использования земельных площадей, предложенный А.М.Михайловым [5] в виде $K_{и}=P_{ф}/P_{п}$, где $P_{ф}$ и $P_{п}$ – соответственно фактическая и проектная землеемкость предприятия за рассматриваемый период эксплуатации месторождения,

$$P_{ф.п}=\sum_{t=1}^{T_{с.к}}(S_{г.в}+S_{в.о}+S_{п.о})\Big/\sum_{t=1}^{T_{с.к}}Q_t ,$$

где $S_{г.в}$, $S_{в.о}$ и $S_{п.о}$ – площадь земель, нарушенных в t-м году соответственно горными выработками, внешними отвалами и прочими объектами; Q_t – количество добытого полезного ископаемого в t-м году, $T_{с.к}$ – срок службы карьера.

При $K_{и}>1$ использование земель является неэкономичным по сравнению с проектным, при $K_{и}=1$ положение можно считать нормальным, соответствующим проекту, а если $K_{и}<1$, то это свидетельствует, что предприятие нерационально использует отведенные ему земли.

Оценка изменений ИГУ с помощью подобных показателей является только первым этапом их исследования. В дальнейшем следует оценить землеемкость горных работ на месторождениях с различными геологическими условиями и изучить и прогнозировать развитие геологических процессов, возникающих в результате взаимодействия инженерных работ и сооружений с геологической средой. На этом этапе важно понять как влияют возникающие изменения на полноту извлечения полезного ископаемого из недр.

В качестве интегрального критерия оценки потерь полезного ископаемого в результате возникновения геологических процессов в карьерах предлагается безразмерное отношение в виде $K_{п}=\sum_{1}^{n}П_i/Q_t$, где $П_i$ – потери за счет целиков угля, составляемых под внутренними отвалами для увеличения их устойчивости, потери на участках вскрытых запасов, заваленных оползневыми массами внутренних отвалов и нарушенных оползнями на рабочих бортах; Q_t – добытое полезное ископаемое или общее количество потерь за изучаемый период времени.

Роль отдельных процессов можно оценить показателем $K'_{S}=S'/\sum_{1}^{n}S_i$, где S' – площадь, нарушенная одним из изучаемых процессов.

Подземная разработка месторождений твердых полезных ископаемых приводит к ряду изменений в природной обстановке, которые имеют место и в

районах открытых разработок, а также специфических. К первым относят изме-
гидрологических и гидрогеологических условий, рельефа местности
за счет строительства терриконов, шламо- и хвостохранилищ, дорог, канав, каналов, насыпных сооружений различного назначения. По времени возникновения изменения можно разбить на следующие основные группы, соответствующие различным этапам освоения месторождения:

I) период предварительного осушения шахтного (рудного) поля - изменение гидрографии местности, оседание земной поверхности, изменение уровня подземных вод;

2) период строительства и эксплуатации - изменение напряженного состояния горных пород, возникновение различных геологических процессов в выработках, формирование мульды сдвижения, строительство терриконов, шламо- и хвостохранилищ, заболачивание и осушение территории, изменение режима природных вод в результате откачки больших количеств подземных вод;

3) период ликвидации горных работ - изменения, направленные на рекультивацию территории.

Границы между отмеченными периодами и группами изменений довольно условные, динамичные. Некоторые процессы можно наблюдать на всех этапах освоения месторождения, но их интенсивность будет разной.

По месту возникновения и развития различных изменений геологической среды также можно произвести их условное деление на процессы (изменения), приуроченные к горным выработкам (в пределах непосредственной кровли и почвы), земной поверхности и толще перекрывающих пород.

Такая дифференциация изменений имеет большое значение для их оценки и прогноза. Инженерно-геологические исследования на разных этапах освоения месторождений и в разных местах проявления нарушений существенно отличаются как по объему, так и по характеру. Оценка изменений ИГУ горных выработок производится по результатам специальных крупномасштабных шахтных исследований, включающих следующие работы:

I) подземная инженерно-геологическая съемка искусственных обнажений горных пород;

2) наблюдения за деформациями горных выработок (кровли, почвы, стенок);

3) опытные работы по изучению свойств горных пород и их напряженного состояния;

4) наблюдения за водопритоками в горные выработки и работой дренажных сооружений и др.

По результатам шахтных исследований устанавливаются и уточняются основные закономерности возникновения и развития геологических процессов, которые впоследствии используются для локальных и оперативных прогнозов условий ведения горных работ.

Шахтные исследования проводятся в настоящее время, главным образом, с целью обеспечения наиболее благоприятных условий эксплуатации месторождения. В плане рассматриваемой нами проблемы эти исследования должны привести к максимальному изъятию полезного ископаемого (с минимальными

потерями пластов и залежей) и отчасти к минимальному воздействию на природную обстановку.

Оценка ущерба, наносимого горному предприятию за счет развития геологических процессов при его эксплуатации может быть выполнена при помощи показателя $D=\sum_{1}^{n} g_i/QT$, где g_i – затраты предприятия, вызванные геологическими процессами за период времени T, руб.; Q – производительность шахты за период времени T, т.

Расчет предлагаемых или подобных им показателей и анализ полученных результатов позволяет не только оценить влияние геологических явлений на различные стороны производственного процесса, но и выявить некоторые характерные закономерности возникновения и развития самих явлений, оценить роль природных и техногенных факторов, влияющих на их природу, размеры, форму, динамику и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голодковская Г.А. Современные геологические процессы и их инженерно-геологическое значение. – В кн.: Инженерно-геологические аспекты рационального использования и охраны геологической среды. М., Наука, 1981.

2. Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах. М., Недра, 1981.

3. Ломтадзе В.Д. Охрана геологической среды при разработке месторождений полезных ископаемых. Зап. ЛГИ, 1984, т. 100.

4. Мирзаев Г.Г., Иванов Б.А. Экология и рациональное использование природных ресурсов. Л., изд. ЛГИ, 1983.

5. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды при разработке месторождений открытым способом. М., Недра, 1981.

6. Томаков П.И., Коваленко В.С. Рациональное землепользование при открытых горных работах. М., Недра, 1984.