Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1984, т. 100

УДК 624.131.1:351.823.3

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

С.В.КВАШУК

Прирост мировой добычи полезных ископаемых составляет 5-6 % в год. Особенно быстрыми темпами растет доля их добычи открытым способом. При всех своих достоинствах этот способ добычи минерального сырья вызывает большие изменения геологической среды. Из всего объема добытой горной массы лишь 2 % превращаются в полезную продукцию, остальное возвращается природе в виде отходов [3, с.29].

В районах разработки месторождений полезных ископаемых техногенные воздействия на геологическую среду достигают порою катастрофических масштабов. Исключение составляет в некоторых случаях лишь изменение гидрогеологических условий: загрязнение подземных вод, проходящее со временем в результате естественной самоочистки, понижение уровней подземных вод, восстанавливающихся после прекращения горных работ.

В естественных условиях элементы геологической среды находятся в состоянии, при котором сохраняются химические, физические, механические равновесия, сложившиеся в данном районе в результате его естественно-исторического развития. При этом геологические процессы проявляются слабо, и это обычно служит "индикатором" слабой нарушенности геологических условий. Инженерная деятельность человека, вооруженного мощными средствами разрушения и перемещения масс горных пород, нарушает равновесия в геологической среде и вызывает развитие различных геологических процессов.

Геологические процессы и явления, возникающие в районах ведения горных работ, по своей природе, причинам и условиям возникновения, механизму перемещения масс горных пород обычно не отличаются от аналогичных естественных природных процессов, хотя геологические процессы, связанные с инженерной деятельностью человека, нередко проявляются быстрее. Такие различия определяются мгновенными, с геологической точки зрения, изменениями геологических условий.

Характер и направленность воздействия открытых горных работ на геологическую среду чрезвычайно многообразны. Изменение претерпевают все элементы геологической среды: рельеф, геологическое строение, горные породы, гидрогеологические условия, геологические процессы. Новые техногенные формы рельефа характеризуются значительными перепадами высот, как правило, нетипичными для данных районов, достигающими 400-500 м и более, что определяет большую потенциальную энергию масс горных пород, слагающих откосы-борта карьеров, откосы их уступов, отвалов и др.

В общем случае выделяют следующие основные виды воздействий горных предприятий на геологическую среду: отчуждение территорий; разрушение территорий при строительстве карьеров; возведение отвалов горных пород и создание нового рельефа; разрушение территорий при прокладке дорог; образование оползней и других гравитационных процессов в бортах и откосах; размыв и развеивание отвалов; оседание поверхности земли при водопонижении и осушении и сопутствующие ему деформации и разрушение сооружений, зданий и групп зданий; истощение запасов, ресурсов подземных вод, заболачивание и затопление территорий; загрязнение водоемов, рек, поверхности земли и подземных вод.

Зона изменения геологической среды есть не что иное, как зона влияния инженерных сооружений [2].

Зона влияния инженерного сооружения включает в себя подзоны влияния ближнего и дальнего действия. Подзона влияния ближнего действия охватывает горные породы и все другие элементы геологической среды, непосредственно окаймляющие сооружения. В ее пределах геологическая среда претерпевает наиболее значительные изменения. Подзона влияния дальнего действия во много раз по своим линейным размерам превосходит подзону влияния ближнего действия и достигает порою десятков километров. Нарушенность геологической среды в этой подзоне в конечном итоге влияет на сохранность территорий и сооружений, продуктивность сельскохозяйственных земель, рост лесных угодий, производительность труда и здоровье людей и т.д. В пределах горно-обогатительных предприятий подзоны ближнего и дальнего действия различных сооружений, неоднократно накладываясь друг на друга, усугубляют свое отрицательное действие. Распространение подзон влияния фиксируется традиционными методами инженерной геологии: путем контроля за изменением физических, механических, водных свойств горных пород, режимных гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений.

Основной целью работ по охране геологической среды является определение границ влияния инженерных сооружений и разработка мероприятий по уменьшению этих зон и снижению их отрицательного воздействия. Первостепенным является прогноз развития этих зон на различных месторождениях.

В настоящее время остается открытым вопрос об определении степени нарушенности геологических условий. Существующие типизации, классификации ГОСТы рассматривают измененность лишь некоторых элементов геологической среды (рельефа, подземных вод) или слишком генерализованы и потому не позволяют полно решать поставленные задачи.

Наиболее эффективным методом прогнозирования изменения инженерно-геологических условий является сравнительно-геологический, на примере достаточно хорошо изученных, „эталонных" [I, с.I29] месторождений со сходными инженерно-геологическими условиями и технологией горных работ.

Степень нарушенности геологической среды в пределах горно-добывающего предприятия зависит от сложности инженерно-геологических условий. Иллюстрацией может служить сравнение двух горно-обогатительных комбинатов примерно одинаковой мощности: Соколовско-Сарбайского и Оленегорского.

Оленегорский и недавно вскрытый Кировогорский карьеры магнетитовых руд разрабатываются в сложнодислоцированных породах кольской серии ($Ak\ell$) туломской и килпяврской свит, представленных биотитовыми и эпидот-биотитовыми амфиболитами ($t\ell'_2$), кумингтонит и роговообманково-биотит-плагиоклазовыми породами ($t\ell^2_2$), эпидот-плагиоклазовыми метасоматитами ($t\ell'_3$), клинопироксеновыми скарнами и магнетит-кумингтонит кварцевыми метасоматитами ($t\ell^2_3$) и дистен-атофиллит-биотитовыми плагиогнейсами.

Мощность четвертичных отложений, представленных мореной, незначительна (не более 10 м). Обводненность месторождений невысокая, основная морена на всех участках является весьма слабообводненной, питание происходит лишь за счет атмосферных вод, коэффициент фильтрации $K_Ф$ менее 3,3 м/сут. Водообильность пород кольской серии определяется степенью их трещиноватости и тоже ничтожна, $K_Ф$ = 0,015÷0,03 м/сут. Фактические водопритоки в Оленегорский карьер составляют 120–465 м^3/ч, в Кировогорский – менее 100 м^3/ч.

Типичными и не вызывающими особых осложнений являются деформации уступов в виде осыпей, небольших обрушений, заколов, вывалов, которым способствует поступление в карьер дождевых и талых вод. Условиями, осложняющими нормальное ведение горных работ, является наличие зон ослаблений, систем трещин, неблагоприятно ориентированных по отношению к бортам карьера.

Нарушению устойчивости таких участков способствуют процессы разуплотнения, выветривания горных пород, динамические нагрузки на бровках от механизмов и особенно сейсмическое действие взрывных работ. Эти обстоятельства требуют больших затрат для обеспечения надежной устойчивости таких участков.

Однако в целом нарушенность геологических условий в пределах комбината незначительна, площадь земельного отвода минимальна (около 4200 га). Отсутствие мощной толщи четвертичных отложений предопределяет минимальную площадь земель, занятых породными отвалами (около 800 га), достаточно крутые углы заложения бортов карьеров (40–49°) и оптимальную площадь Оленегорского карьера (254 га). За время эксплуатации карьера область разгрузки архейского водоносного горизонта переместилась из Ках-озера в карьер, при этом гидрогеологические условия изменились незначительно и лишь в непосредственной близости от карьера (0,5–1,0 км), что никак не повлияло на производительность водозаборов и жизнедеятельность растительности в районе.

Таким образом, нарушенность геологических условий в пределах Оленегорского горно-обогатительного комбината, по нашему мнению, является минимальной.

Соколовско-Сарбайский рудный район характеризуется иными, более сложными инженерно-геологическими условиями. Рудные тела приурочены к крыльям опрокинутой к северо-востоку Соколовско-Сарбайской антиклинали, сложенной породами палеозоя, представленными андезитовыми и базальтовыми порфиритами, вулканическими брекчиями, туффитами, известняками. Ось складки размыта и породы палеозоя перекрыты мощной толщей мезозой-кайнозойских отложений (80–120 м), представленными глинами, песками, опоками разного возраста.

В обводнении месторождения участвуют четыре водоносных горизонта: палеозойских пород (P_z), верхнемеловых песков (K_2), среднеолигоценовых отложений (P_3^2), нижне- и среднечетвертичных отложений ($N_3^{2+3} + Q_{2+3}^{al}$) - типа верховодки.

Основным в районе месторождений является меловой водоносный горизонт, он имеет решающее значение в обводнении месторождений, его K_Φ = I4 м/сут. В настоящее время, в связи с проведением дренажных работ, источником питания водоносного горизонта стала река Тобол, бывшая до этого областью разгрузки. Палеозойский водоносный горизонт наиболее водообилен в трещиноватой зоне метасоматоза и в полосе известняков, приуроченных к лежачему боку рудной залежи Сарбайского карьера (дебиты скважин 2,4-3,0 л/с).

Совокупность мощной толщи покровных отложений и нескольких водоносных горизонтов определили большую подверженность экзогенным процессам склонов, сложенных мезозой-кайнозойскими породами. Откосы, сложенные четвертичными суглинками, неогеновыми глинами, олигоценовыми песками, подвержены плоскостному смыву, в некоторых местах наблюдаются промоины глубиной 0,5-I,0 м, шириной 0,3-I,0 м, небольшие осыпи, а на откосах круче 30° - оползни-оплывины шириною 5-I2 м, длиною 8-20 м, возникающие в результате переувлажнения дождевыми и талыми водами, сейсмического действия взрывов. Крутые склоны (до 40°), сложенные трещиноватыми чеганскими глинами, подвержены процессам выветривания и дальнейшему обрушению в результате растрескивания породы и образования вертикальных блоков высотой I,5-2,0 м. Так же образуются и трещины по напластованию, определяющие трещиноватость глин внутри блоков. Скапливающаяся в основании склонов щебенка под действием процессов выветривания превращается в щебенистую дресву, которая при насыщении переходит в текучепластичную глинистую массу, образуя оплывины. Переувлажненные склоны, сложенные чеганскими глинами, склонны к возникновению крупных оползней.

Уступы из опоковидной глины подвержены осыпям, сложенным остроугольной щебенкой, высотою I-I,5 м. На уступах и бермах, сложенных верхнемеловыми песками, под действием в основном водной линейной эрозии образуются промоины глубиною 0,5-I,0 м. На Соколовском карьере в песках наблюдается суффозия, вследствие чего образуются суффозионные воронки и ниши глубиной I-I,5 м. Имеющие ограниченное распространение пестроцветные глины нижнего мела, а также близкие к ним по составу и внешнему виду пестроцветные глинистые и дресвяно-глинистые разности коры выветривания палеозойских пород склонны к выветриванию, а при замачивании образуют оползни. По висячим бокам залежей прослеживаются известняки, подверженные закарстованности и кавернозности, которые возникли по всей вероятности одновременно с выветриванием палеозойских пород.

Нормальная работа карьеров обеспечивается в первую очередь правильным выбором генеральных углов погашения бортов карьеров, которые составляют в скальных породах 4I-57°, в нескальных I9-40° до 55°, и функционированием весьма совершенных систем водопонижения в карьерах: Сарбайском - подземный дренажный комплекс, внутрикарьерный прибортовой дренаж, открытый карьерный водосплив с фактическими суммарными водопритоками

до 2050 м^3/ч, на Соколовском - подземный дренажный комплекс и внутрикарьерные дренажные устройства с фактическими суммарными водопритоками до 1228 м^3/ч.

Такие энергичные меры, обеспечивая нормальные условия добычи полезного ископаемого (борта карьера остаются сухими и устойчивыми), с другой стороны, способствуют увеличению степени нарушения геологических условий в пределах Соколовско-Сарбайского ГОКа. В первую очередь, это объясняется наличием мощной толщи осадочных пород, в результате чего площади карьеров с отвалами и всего земельного отвода значительно больше, чем на Оленегорском ГОКе, и оставляют соответственно для Сарбайского карьера 900 и около 3500 га, для Соколовского около 500 и 1100 га, площадь земельного отвода Соколовско-Сарбайского ГОКа около 41000 га, что в 10 раз превышает площадь земельного отвода Оленегорского ГОКа. Уровни мелового и палеозойского горизонтов на Соколовско-Сарбайском ГОКе снизились на 60-100 м, изменили свой режим, диаметр депрессионной воронки в настоящее время составляет около 20 км, хотя это пока не повлияло на водоснабжение района, так как для этого важны лишь среднеолигоценовый и четвертичный водоносные горизонты.

Выводы

1. Интересы горно-добывающего предприятия еще не всегда согласованы с интересами охраны геологической среды.

2. Нарушенность геологических условий больше в горно-добывающих районах с более сложными инженерно-геологическими условиями, обеспечение нормальной работы горного предприятия в таких условиях требует применения специальных инженерных мероприятий, влекущих за собой значительные нарушения геологической среды.

3. Нарушенность геологической среды в первую очередь проявляется в активизации геологических процессов, поэтому для минимального нарушения геологических условий необходимо применение предупреждающих мер: устранение причин и условий возникновения геологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инженерно-геологические аспекты рационального использования и охраны геологической среды / Под ред. Е.М.Сергеева. М., Наука, 1981.

2. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. Л., Недра, 1978.

3. Охрана окружающей среды при проектировании и эксплуатации рудников / Под ред. В.М.Мосинца. М., Недра, 1981.