

УДК 551.494:622

И. И. ПЛОТНИКОВ, В. А. АВЕТИСЯН

К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Комплексное гидрогеологическое и инженерно-геологическое изучение условий обводнения месторождений закрытого и открытого типов, изучение возникающих в процессе эксплуатации рудных тел физико- и горно-геологических процессов, инженерная оценка устойчивости кровли и уступов в карьерах, выявление гидрогеологических критериев при поисках и разведке полезных ископаемых и др. в значительной мере способствуют рациональному использованию природных ресурсов.

В настоящее время на рудных месторождениях Советского Союза, в том числе Армянской ССР, систематически проводятся в больших объемах гидрогеологические и инженерно-геологические исследования. Комплекс таких исследований должен проводиться в три стадии: а) при разведке месторождений, б) в процессе горного строительства и в) в процессе длительной эксплуатации рудных объектов.

В процессе разведки рудных месторождений на площади будущего поверхностного промышленного и подземного горного строительства геологоразведочными организациями обычно выполняются специализированные крупномасштабные гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки.

Комплексные съемочные работы, как правило, сопровождаются бурением специальных скважин, с различными видами изучения подземных вод (откачки из скважин) и горных пород (определение физико-механических свойств горных пород). При составлении соответствующих прогнозных карт площади месторождения максимально используются также геологические и гидрогеологические данные по скважинам собственно разведочного бурения и разведочным горным выработкам.

Указанные выше работы при разведке рудных месторождений выполняются обычно геологическими организациями Министерства геологии СССР в соответствии с требованиями действующих инструкций ГКЗ-СССР по применению классификации разведанных запасов руд. Сущность этих требований может быть охарактеризована следующим образом (из действующих инструкций ГКЗ-СССР):

1. В области инженерной геологии должны быть изучены физико-механические свойства (особенно устойчивость) руд, рудовмещающих и перекрывающих горных пород, а также другие инженерно-геологические вопросы, связанные с проектированием будущей разработки месторождения.

2. В области гидрогеологии должны быть изучены общие гидрогеологические условия, выяснена степень обводненности месторождения, определены возможные водопритоки в будущие горные выработки; кроме того должна быть дана предварительная оценка водных ресурсов, которые могут быть использованы в дальнейшем в качестве источника хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения горнорудного предприятия.

Перечисленные выше задачи должны решаться методом полноценного комплексного гидрогеологического и инженерно-геологического картирования, о чем неоднократно отмечалось в ряде опубликованных работ [2, 5, 6, 9].

Если строго подойти к содержанию требований действующих инструкций ГКЗ-СССР, то по результатам съемочных и опытных работ, проведенных в процессе разведки, по существу, требуется представить в предварительном виде прогнозную оценку гидрогеологических и инженерно-геологических условий будущего горного строительства, промышленной отработки рудного месторождения, а также получить исходные данные, необходимые для первой стадии проектирования горнорудного предприятия (составления технико-экономического доклада).

В последующем для условий более конкретного размещения на площади рудного поля запроектированных объектов горного строительства специализированными организациями различных ведомств (обычно проектными институтами министерств) проводятся дополнительные, более детальные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования для обоснования второй стадии проектирования предприятия.

Большое значение для горнорудной промышленности имеют гидрогеологические и инженерно-геологические работы в период строительства шахт или карьеров и особенно при длительной эксплуатации рудных месторождений.

В процессе длительной эксплуатации объектов, под влиянием образующихся на поверхности и в недрах огромных отработанных пространств (подземных пустот, карьеров), а также осушения, обычно происходят коренные изменения гидрогеологических условий и физико-механических свойств горных пород. Эти изменения необходимо оценить своевременно с тем, чтобы предпринять соответствующие мероприятия и избежать каких-либо аварийных ситуаций в горных выработках.

Практика, к сожалению показывает, что гидрогеологические и инженерно-геологические работы в процессе разведки, горнорудного строительства и эксплуатации рудных объектов проводятся в ряде случаев с нарушением методических требований, не комплексно, разновременно, по самостоятельным, обычно, не увязанным между собой программам исследований. Прогнозная оценка промышленной отработки разведанных месторождений в стадии проектирования также нередко дается раздельно без учета взаимного влияния гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. Причем прогнозная оценка дается организациями, нередко разных ведомств в различное время, при этом не учи-

тывается тесная взаимосвязь гидрогеологических и инженерно-геологических условий, изменение которых будет происходить при отработке рудных объектов. Такой подход к использованию результатов исследований при разведке рудных объектов является односторонним, не отражает реальную действительность, не оправдывает себя в методическом отношении, не отвечает запросам практики и нередко впоследствии приводит к серьезным авариям на объектах.

Серьезные нарушения методических рекомендаций допускаются непосредственно в процессе строительства горнорудного предприятия. Исследования в этой стадии освоения объекта проводятся также чаще всего без достаточно глубокого инженерно-геологического обоснования целесообразности пространственного размещения тех или иных объектов.

Авторский надзор с целью соблюдения в процессе горного строительства гидрогеологических и инженерно-геологических рекомендаций очень часто не выполняется.

Аналогичное явление наблюдается и при детальных гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях, выполняемых непосредственно в процессе эксплуатации рудных месторождений. На некоторых рудных объектах в этом направлении вообще не проводится никаких исследований.

Следует иметь в виду, что прогнозная оценка гидрогеологических и инженерно-геологических условий рудных месторождений в связи с их промышленной отработкой, в том числе непосредственно при эксплуатации, по своему содержанию и теоретическим основам является комплексной проблемой, в решении которой очень ярко проявляется взаимодействие таких прикладных наук, как гидрогеология и инженерная геология. Без учета этого взаимодействия квалифицированно решить важную для горнорудной промышленности проблему по прогнозной оценке будущей эксплуатации месторождений нельзя.

Опыт разведки и эксплуатации многих месторождений подтверждает этот очень важный в методическом отношении вывод.

Как известно, промышленная отработка рудных месторождений, находящихся в сложных гидрогеологических условиях, всегда сопровождается предварительным и эксплуатационным осушением водоносных пород в пределах шахтного или карьерного полей. В большинстве случаев осушение пород надрудной или рудовмещающей толщ приводит: а) к коренному изменению их инженерно-геологических свойств (особенно рыхлых пород); б) нередко к возобновлению геодинамических процессов (например, суффозионных процессов в карстовых и отработанных полостях на поверхности и в горных выработках); в) к деформации осушенных пород, а, следовательно, возможному оседанию поверхности и, в конечном счете, к деформации поверхностных сооружений и др.

На некоторых рудных объектах в процессе их эксплуатации происходит коренное изменение инженерно-геологических свойств рудовмещающих пород под влиянием неправильно принятой на месторождении схемы осушения. На некоторых объектах, до эксплуатации, полускаль-

ные рудовмещающие породы в естественном залегании часто обладают сравнительно устойчивыми физико-механическими свойствами. Подземные воды в таких породах нередко распространены спорадически, только по зонам тектонических нарушений, причем в незначительном количестве.

Учитывая такие гидрогеологические условия обычно применяется самая простая схема осушения месторождения — принятие водопритоков непосредственно на рабочий горизонт и, по мере углубления отработки рудных тел, сброс водотоков на нижние горизонты, без благоустройства системы водоотвода в капитальных горных выработках.

При отмеченной схеме осушения происходит искусственное обводнение и увлажнение рудовмещающих пород и вместе с этим наблюдается изменение их инженерно-геологических свойств (проявляются неустойчивость в горных выработках, процессы текучести пород и др.), что нередко приводит к значительным осложнениям при эксплуатации объекта.

Допускающиеся в практике недостатки несвоевременного проведения комплексных исследований и учета взаимнообуславливающих гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в дальнейшем могут еще больше осложнить промышленную отработку рудных месторождений. Дело в том, что опыт разведки месторождений, накопленный в последнее время на территории СССР, в том числе и на Кавказе, показывает, что большинство новых объектов находится в очень сложных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях.

Вместе с этим на многих действующих рудниках проектируется промышленная отработка рудных тел на более глубокие горизонты, с которыми могут быть связаны большие водопритоки и осложнения горно-технических условий. Все это в известной мере настоятельно требует в каждом конкретном случае разработки комплексной прогностической оценки гидрогеологических и инженерно-геологических условий их будущей длительной эксплуатации.

Из практики разведки и промышленной отработки рудных месторождений Кавказа можно привести ряд примеров отсутствия комплексного подхода к прогностической оценке их эксплуатации. Так, например, не проводились комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования при разведке, строительстве и эксплуатации на Каджаранском, Агаракском и Кафанском месторождениях в Армении.

На этих объектах до недавнего времени очень слабо были изучены селевые процессы, очаги их формирования и возможные площади распространения. Совершенно не изучались инженерно-геологические и гидрогеологические условия покровных образований, широко распространенных на месторождениях.

В стадии разведки месторождений не была дана комплексная прогностическая оценка условий промышленной отработки руд и эксплуатации сооружений горнорудных предприятий. Именно по этой причине в процессе строительства и эксплуатации ряда объектов и рудников Кафанского, Каджаранского, Агаракского и др. месторождений (внекарьерные

отвалы пустых пород, хвостохранилища, обогатительные фабрики и др.) неоднократно возникали серьезные аварийные ситуации.

На Кафанском месторождении в мае 1959 г. в небольшом пологом доге на юго-западной окраине сел. Башкенд произошел катастрофический провал земляных масс. Воронка (диаметром около 20—25 м, глубиной 5—6 м) образовалась в зоне Восточно-Саяддашского разлома, располагаясь в плане над обработанными участками горизонтов 1186, 1140 и 1095 рудника 7—10.

Зона разлома представлена сильно перемятыми, превращенными в глинку, глисоносными образованиями; в всячем блоке залегает гипсоносная толща юрского возраста, лежащий блок сложен рудоносными гидротермально измененными туфобрекчиями кварц-плагиоклазовых порфиритов.

Вследствие отработки рудных тел под участком провала, на отмеченных горизонтах, образовались огромные пустоты, мощность кровли которых составляла около 30—40 м. Кровля сложена супесчано-суглинистыми образованиями с примесью обломочного материала и гидротермально измененными породами зоны окисления рудных тел.

Рельефные условия, состав и сложение грунтов способствовали просачиванию атмосферных вод в глубокие горизонты, а подземные выработки, являющиеся искусственной дренажной системой, усиливали процесс инфильтрации. Инфильтрационные воды постепенно вымывали мелкие частицы состава грунтов, создавая в последних пустоты суффозионного характера. Наряду с механическим выносом частиц, воды, поступающие в зону окисления, обогащаясь различными соединениями, оказывали агрессивное воздействие на огнестойкие породы, растворяя содержащийся в них гипс.

Таким образом, механическая и химическая суффозия, а также полное насыщение грунтов до состояния текучести, при наличии в недрах отработанных участков, привели к образованию провала.

В целях обеспечения безопасности работ на горизонте 1095 и отбойки рудных целиков, на горизонтах 1140 и 1186 в 1962 г. массовым взрывом была посажена вскрыша. В результате на поверхности образовалась воронка диаметром около 200 м, глубиной 70—75 м.

Северный борт воронки сложен покровными делювиальными образованиями, западный борт—раздробленными гидротермально-измененными породами, а южный—в основном, старыми отвалами. Довольно интересную картину представляет дальнейшее развитие воронки. В течение ряда лет она развивается в северном и западном направлениях. В результате продолжающихся подвижек борт систематически обрушивается и вокруг воронки образуются многочисленные концентрические глубокие зияющие трещины. На западном борту происходит обрушение расслабленных взрывом скальных пород. Таким образом, воронка является причиной развития по бровке оползней—обвалов и расширения их в северном и западном направлениях с постепенным охватом склонов Саяддаш-Катарского отрога.

Каджаранское рудное поле является достаточно характерным примером того, как отсутствие полной инженерно-геологической информации о условиях отработки руд и хозяйственная деятельность человека могут стать наглядной причиной возникновения нежелательных физико-геологических процессов и явлений. Если до отработки медно-молибденовых руд открытым способом последние носили спорадический характер и развивались по естественному ходу событий, то в настоящее время, вследствие нарушения человеком природного равновесия, они бурно прогрессируют.

Угрожающие размеры приобрели процессы смещения грунтовых масс на западном фланге Каджаранского карьера и на участке складированных отвалов.

Морфология рельефа, геолого-структурное положение и гидрогеологическая обстановка западного фланга карьера довольно сложны и в целом неблагоприятны, поэтому нарушение природного равновесия привело к нежелательным последствиям—смещению громадных масс пород.

По западному флангу Каджаранского месторождения проходит Дебаклинский разлом, являющийся главной рудоконтролирующей структурой. Он имеет близмеридиональное, северо-западное простирание ($330-340^\circ$) и падает на северо-восток под углом $40-50^\circ$. Зона разлома проходит по контакту монцитонитовых и гранитоидных пород и представлена перемятыми, раздробленными породами с глиной трения в швах. Мощность зоны колеблется в широких пределах, достигая в раздувах 30—40 м. Лежащий бок разлома сложен порфиroidными гранитами и гранодiorитами, а всячий—монцитонитами, с которыми связано медно-молибденовое оруденение.

Характерной особенностью порфиroidных гранитов лежащего блока является наличие трещин, плоскости отдельностей которых соответствуют падению склона. Так как примыкающий склон крутой ($20-30^\circ$), то его подрезка при разбортовке западного фланга карьера привела к образованию в 1971 году серии зияющих трещин, а впоследствии—к смещению грунтовых масс.

Опасность создавшейся здесь гидрогеологической и инженерно-геологической обстановки усугубляется вследствие наличия резервуаров трещинно-жильных вод в гранитоидах, производства взрывных работ и сейсмической активности района.

Характерным является также опыт эксплуатации Квайсинского полиметаллического месторождения в Грузии. На этом месторождении рудные тела располагаются выше местного базиса эрозии и, таким образом, осушение месторождения обеспечивается естественным дренажом местной гидрографической сетью.

В связи с этим было признано, что месторождение имеет простые условия, поэтому на объекте не выполнялись никакие работы по прогнозной комплексной оценке промышленной его отработки. Между тем при эксплуатации объекта условия его отработки значительно усложнились. Наиболее сложные условия были выявлены на участке Надарбаз.

в геологическом строении которого принимают участие девонские известняки.

Принятая здесь отработка руды системой подэтажного обрушения привела к интенсивному оживлению суффозионных процессов в закарстованных известняках. В результате дождевые и снеговые воды стали интенсивно проникать в крупные карстовые полости, а затем в горные выработки. Образующаяся пульпообразная масса стала заливать взорванную руду, а очистные горные выработки стали заплывать этой жидкой массой. Все это осложнило проведение взрывных работ, транспортировку руды, особенно в зимнее время и обогащение руд на фабрике.

Аналогичные примеры недооценки необходимости тщательного изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий рудных месторождений в процессе их разведки и эксплуатации можно было бы привести из практики других горнорудных провинций СССР (например, медные месторождения на Урале, железорудные на КМА и др.).

Таким образом, прогнозирование условий будущей эксплуатации рудных месторождений без всестороннего изучения природной обстановки, без комплексного подхода к выбору системы отработки объекта, наносит определенный ущерб горнорудной промышленности и, как отмечалось, не оправдывает себя в методическом отношении.

Учитывая изложенное выше, можно отметить, что при изучении рудных месторождений на стадиях их разведки, строительства и эксплуатации целесообразно гидрогеологические и инженерно-геологические исследования комплексировать и проводить на объектах одновременно по единой тесно увязанной программе.

Результаты таких совместных и единовременных исследований, а также опыта эксплуатации позволяют дать комплексную прогнозную оценку промышленной отработки рудных месторождений и своевременно разработать рекомендации по предотвращению отрицательного воздействия гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, возникших при горнорудном строительстве и эксплуатации.

Для горнорудной промышленности изложенные рекомендации имеют первостепенное значение и позволяют более целенаправленно проектировать и осваивать месторождения в безопасных условиях.

В свете этих рекомендаций, очевидно, целесообразно конкретизировать и более четко изложить содержание требований действующих инструкций ГКЗ-СССР в части обязательного комплексного изучения (по единой программе) гидрогеологических и инженерно-геологических условий рудных месторождений и дачи комплексной прогнозной оценки объектов.

Весьма важно в этом отношении всем проектным институтам и рудникам строго выполнять рекомендации действующих в настоящее время методических руководств по производству комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований при строительстве и эксплуатации рудных месторождений.

С целью изыскания путей дальнейшего совершенствования методики комплексной прогнозной оценки освоения рудных месторождений необходимо также обобщить накопленный большой фактический материал по опыту эксплуатации рудных объектов и, в первую очередь, находящихся в сложных природных условиях. В этом обобщении важно сравнить ранее выделенные данные по прогнозной оценке гидрогеологических и инженерно-геологических условий с фактически сложившейся обстановкой в период длительной эксплуатации рудных объектов.

Комплексное изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий рудных месторождений в процессе их разведки, горнорудного строительства и эксплуатации, всесторонняя прогнозная оценка их промышленной обработки должны найти широкое внедрение в практику геологоразведочных работ.

МГУ, ЕРГУ

Поступила 17.I.1975.

Ն. Ն. ՊԼՈՏՆԻԿՈՎ, Վ. Ա. ԱՎԵՏԻՅԱՆ

ՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԻԳՐՈԵԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ԻՆՃԵՆԵՐԱ-ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՅԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում քննարկվում են հանքավայրերի հետախուզության, հանքահորային շինարարության և շահագործման ընթացքում կոմպլեքսային հիդրոեկրաբանական և ինժեներա-երկրաբանական հետազոտությունների կատարման անհրաժեշտության և մեթոդիկայի հարցերը:

Ստորերկրյա փորվածքների անցումը, ինչպես նաև հանքավայրի տեղական մշակումը բաց և փակ եղանակներով առաջ են բերում հիդրոեկրաբանական և ինժեներա-երկրաբանական պայմանների արմատական փոփոխություն, որն իր հերթին դառնում է վթարային իրադրության պատճառ:

Հիդրոեկրաբանական և ինժեներա-երկրաբանական պայմանների փոփոխությունների կանխագուշակումը հնարավորություն է տալիս մշակել անհրաժեշտ միջոցառումներ և խուսափել բաղմատեսակ վնասակար լեռնա-երկրաբանական և ֆիզիկա-երկրաբանական սրտցեսներից ու երևույթներից:

Հողվածում բերվում են Ղափանի, Քաջարանի և Կվախալի հանքավայրերում ստեղծված վթարային իրադրության օրինակներ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аветисян В. А., Анянян А. Л., Ванцян Г. М., Григорян, М. А., Григорян А. С. Комплексные геолого-геофизические исследования при решении инженерно-геологических вопросов на участке Кафан-Каджаран. Уч. записки ЕГУ, № 3, 1972.

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. «Недра», 1969.
3. *Маньковский Г. И.* Специальные способы сооружения стволов шахт. «Наука», М., 1965.
4. Методическое руководство по производству гидрогеологической съемки в м-бах 1:500.000 и 1:250.000. Госгеолиздат, М., 1962.
5. *Плотников Н. И., Сыроватко М. В., Щеглов Д. И.* Подземные воды рудных месторождений, Metallurgizdat, 1957.
6. *Плотников Н. И.* О комплексном изучении рудных месторождений при разведке методом картирования. Труды Межведомственного симпозиума по инженерной геологии. Изд-во МГУ, 1974.
7. *Прохоров С. П., Качугин Е. Г.* Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. Госгеолиздат, М., 1965.
8. *Сергеев Е. М.* Еще раз об инженерной геологии. В кн. «Пути дальнейшего развития инженерной геологии (материалы дискуссии)», Изд-во МГУ, М., 1971.
9. *Швецов П. Ф., Бобов Н. Г.* и др. Методическое руководство по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам, при разведке рудных месторождений на Крайнем Севере. «Недра», М., 1972.