

УДК 624.131.1/624.123

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

И.П.ИВАНОВ

Современная геологическая наука в области изучения минерально-сырьевой базы страны развивается в двух главных направлениях. Одно из них, основное, традиционное, сосредоточено на решении вопросов поисков и оценки месторождений полезных ископаемых, а второе – на выявлении и оценке условий их освоения и на разработке методики прогнозирования процессов и явлений при строительстве и эксплуатации горных сооружений. Это направление является сравнительно новым в геологии и даже в относительно молодой геологической дисциплине – инженерной геологии, хотя проблемы эти возникли давно, еще в период становления горной науки.

Длительное время инженерно-геологическое изучение месторождений полезных ископаемых (и в нашей стране, и за рубежом) сводилось к определениям некоторых показателей физико-механических свойств горных пород и полезного ископаемого при решении конкретных задач строительства горных сооружений и эксплуатации недр. В довоенный период большое значение в разработке основ изучения свойств горных пород для решения прикладных задач в подземном горном строительстве имели работы М.М.Протодяконова (1907-1931), которые были продолжены известными учеными-горняками Г.Н.Кузнецовым (1947), В.Д.Слесаревым (1948), П.М.Цимбаревичем (1948), К.В.Руппелайном (1954-1956). Под влиянием этих работ произошло окончательное оформление механики горных пород как самостоятельной области горной науки.

Быстрое развитие открытого способа добычи полезных ископаемых в послевоенный период привело к новому этапу в инженерно-геологическом изучении угольных и рудных месторождений. Появилось значительное количество работ, посвященных исследованию физико-механических свойств горных пород и оценке устойчивости бортов карьеров и откосов отвалов.

Интересно отметить, что наряду с трудами специалистов-горняков С.И.Попова (1945-1948), И.П.Псномарева (1949), С.Л.Йосфина (1953), Ю.Н.Малышицкого (1951-1957), Г.Л.Фисенко (1953-1956), Г.И.Петухова (1955), В.В.Померанцева (1956), Л.Е.Родионова (1956), И.И.Попова (1958), А.М.Демина (1957-1960), Н.Н.Куваева (1958), Ю.И.Туринцева (1958), М.Л.Рудакова

(1960) и др., в которых решались конкретные задачи по параметрам открытых работ, стали появляться и работы геологов, в которых ставился вопрос о систематическом и последовательном изучении инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых.

К наиболее значительным трудам этого периода, поставившим новые задачи перед инженерной геологией, следует отнести работы С.П.Прохорова (1951), С.П.Прохорова и Е.Г.Качугина (1955), П.Н.Панюкова (1956-1962), Н.В.Родионова и А.М.Барановского (1957), Г.Г.Скварцова и С.П.Прохорова (1959), Н.И.Плотникова (1959), Г.Г.Скворцова и Л.И.Романовской (1961), И.П.Иванова (1958-1962) и др.

Это, видимо, неслучайно, так как в области инженерной геологии и механики грунтов к тому времени был накоплен большой научный и практический опыт по изучению оползневых явлений на естественных склонах и искусственных откосах различных земляных сооружений (гидротехнических, дорожных и др.).

Горняки проводили свои исследования на угольных и рудных карьерах, где деформации откосов создавали определенные трудности для ведения горных работ; специалисты в области инженерной геологии и гидрогеологии разрабатывали дополнительные требования к разведке месторождений полезных ископаемых с целью получения новой информации, позволяющей проводить прогнозную оценку инженерно-геологических условий их освоения. Выход в свет "Краткого курса инженерной геологии" П.Н.Панюкова (1956) и ряда методических и исследовательских работ ВСЕГИНГЕО (1955-1961) и ВНИМИ (1956-1960), а также учебного пособия М.В.Сироватко (1960) положил начало системному инженерно-геологическому подходу к изучению месторождений твердых полезных ископаемых. Несмотря на сложность, ответственность и актуальность задач горного дела, они длительное время оставались в стороне от тех проблем, которые решала инженерная геология. На это ненормальное состояние дел при проектировании горных предприятий и разработке полезных ископаемых обратил серьезное внимание В.Д.Ломтадзе, выступая с генеральным докладом на III Региональном совещании по инженерной геологии в Ленинграде в 1966 г. В 1968 г. на Межведомственном совещании по инженерной геологии в Москве, наряду с традиционными, работала секция по вопросам инженерной геологии в горном деле и подземном строительстве. А через год в Ленинграде состоялось V Региональное совещание, посвященное вопросам инженерной геологии при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, шахт и карьеров, на котором были сформулированы основные задачи нового направления - "инженерной геологии в горном деле" (В.Д.Ломтадзе), рассматривались проблемы глубинных зон земной коры (П.Н.Панюков), отмечались особенности методики инженерно-геологического изучения месторождений (Г.А.Голодовская, В.Н.Новожилов и др.), а также значение гидрогеологических исследований и наблюдений (В.А.Мироненко) и т.д. Кстати, проблемы, развитие и успехи гидрогеологии месторождений полезных ископаемых представляют особый интерес.

Требования науки и практики привели к тому, что на I Конгрессе Международной ассоциации по инженерной геологии в Париже по проблемам горного дела уже заседала специальная секция.

В 1974 г. В.Д.Ломтадзе выделил, в качестве основного раздела инженерной геологии, инженерную геологию месторождений полезных ископаемых и определил область ее исследований. Для студентов специальности «Гидрогеология и инженерная геология» в ЛГИ стал читаться отдельный курс «Инженерная геология месторождений полезных ископаемых». Этому способствовали научные и методические работы, вышедшие в период 1960-1970 гг. Это прежде всего работы П.Н.Панькова (1962, 1968), В.Н.Славянова (1964), Г.Л.Фисенко (1965), Г.Л.Фисенко, И.П.Иванова, Т.К.Пустовойтовой и С.В.Кагермазовой (1965), Г.Г.Скворцова и Л.И. Романовской (1966), В.Д.Бабушкина, Д.И.Пресунько, С.П.Прохорова, Г.Г.Скворцова (1969), Г.Г.Скворцова и В.Е.Фромма (1970) и др. На развитие научных исследований существенно повлияло III Региональное совещание по инженерной геологии, проходившее в Ленинграде 27-29 октября 1966 г., на котором более половины всех докладов и сообщений (всего их было 79) было посвящено различным проблемам инженерной геологии месторождений полезных ископаемых и условий их освоения. Особое место здесь заняли работы ВСЕГИНГЕО, ВНИМИ, ВНОГЕМа, УкрНИИпроекта, Кольского филиала Академии наук СССР, ВостНИИ, МГИ, ЛГИ и др. Нельзя не отметить положительное значение проходившего в 1967 г. в Белгороде Совещания по вопросам устойчивости откосов на карьерах черной металлургии. На этом совещании было отмечено, что на 65 % из обследованных 68 карьеров отмечены крупные нарушения устойчивости, которые приводят к дополнительной переэкскавации, простоям оборудования, нарушению режима работы и техники безопасности и т.д.

Из наблюдаемых 240 оползней и обвалов 180 произошло на откосах карьеров и 60 на отвалах. Указывалось на рост количества нарушений с увеличением глубины карьеров свыше 100 м.

Быстрое развитие горной промышленности, необходимость освоения все более сложных месторождений и отставания инженерной геологии в этой области привели к созданию ситуации, в которой возникли новые направления горной науки, трактующие целиком или частично вопросы инженерной геологии применительно к горным сооружениям. Традиционные для геологической науки проблемы, для решения которых привлекаются современные достижения инженерной геологии, гидрогеологии, геофизики, механики горных пород и грунтов, химии, физики, математики, вычислительной техники и др., оказались новым направлением горной науки, нашли место в курсах «Механика горных пород», «Физика горных пород», «Геомеханика», «Горная геомеханика», «Гидрогеомеханика», «Физика процессов» и т.д. В учебных заведениях студентам горных специальностей в разных курсах давали сведения из инженерной геологии, хотя на преподавание самой дисциплины был отведен незначительный объем лекций и практических занятий. Анализ этой ситуации в самом начале ее возникновения дал В.Д.Ломтадзе (1966). Специалисты-горняки пока более детально знакомятся с общегеологическими вопросами, чем с вопросами инженерно-геологических условий и методов их оценки и прогноза применительно к освоению месторождений.

С начала 70-х гг. вопросы инженерно-геологического изучения месторождений полезных ископаемых встали еще острее. Детальную разведку и дораз-

ведку стали проводить на месторождениях или на отдельных их участках со сложными геологическими условиями и на больших глубинах, которые раньше считались непригодными для эксплуатации. Увеличились глубины карьеров и шахт, изменились технологические процессы и горное оборудование, отвалы пород и терриконы стали занимать большие площади обрабатываемых земель, возросли требования к охране окружающей среды и рациональному использованию недр. В решениях Всесоюзной конференции по инженерной геологии, состоявшейся в 1972 г. в Тбилиси, был отмечен большой опыт исследований месторождений твердых полезных ископаемых за последние годы и было оформлено самостоятельное научное направление - инженерная геология (Г.А.Голодковская, П.Н.Паняков, Г.Г.Скворцов, 1974). В организационном отношении большое значение имело создание в 1974 г. Комиссии по инженерной геологии месторождений полезных ископаемых (ИГ МПИ) при Научном совете по инженерной геологии и грунтоведению Академии наук СССР. За истекшие после совещания в Тбилиси пять лет было проведено два всесоюзных совещания по проблемам инженерной геологии месторождений твердых полезных ископаемых (в Белгороде, в 1975 г. и в Новом Роздоле в 1977 г.). Проводились также совещания, симпозиумы, семинары по различным вопросам горного дела, в которых значительное место занимали проблемы изучения физико-механических свойств горных пород, устойчивости пород в подземных и открытых выработках и т.д.

Обстановка, в которой развивается сейчас инженерная геология месторождений полезных ископаемых, характеризуется вполне определенными особенностями:

1. Разведуются и осваиваются месторождения с более сложными природными условиями.
2. Увеличиваются глубины освоения месторождений до 2000-2500 м для подземных выработок и до 300-700 м для открытых, которые создают качественно новые условия разведки и разработки.
3. Применяется более мощное оборудование, высокий уровень производительности которого может быть достигнут при отсутствии нежелательных деформаций в забое, на транспортных коммуникациях, на отвалах, при известных параметрах пород для оценки сопротивления резанию, разрушению взрывными работами и гидромеханизацией, прилипания к рабочим органам и транспортным емкостям, в условиях эффективного дренирования и т.д.
4. Растут требования к рациональному использованию недр и охране окружающей среды. В этом отношении, как уже показала практика, перед инженерной геологией стоят большие задачи и она обладает большими возможностями для их решения. Об этом можно судить, в частности, по материалам проходившей в 1976 г. в ЛПИ Всесоюзной конференции "Проблемы инженерной геологии в связи с рациональным использованием геологической среды".
5. Разрабатываются на высоком теоретическом уровне вопросы определения физико-механических свойств горных пород (главным образом, скальных) в лабораторных условиях, моделирования геологических процессов, изучения естественного напряженного состояния вокруг выработок, аналитическая оценка горного давления. Большое развитие получила механика горных пород

в целом (И.А.Турчагинов, В.В.Ржевский, Г.И.Фисенко, В.Б.Матвеев, В.Т.Глушко, А.М.Гальперин, А.М.Демин и др.).

6. Инженерно-геологические исследования на различных стадиях разведки месторождений полезных ископаемых весьма длительны и задерживают проектирование горных предприятий, оценку и прогнозы условий строительства горных сооружений и их эксплуатации.

7. Подготовка специалистов, владеющих знаниями в области инженерной геологии месторождений полезных ископаемых, явно уже не отвечает современным требованиям.

Сложность прогнозирования инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых была показана особо отчетливо на последнем Всесоюзном совещании в Новом Роздоле в сентябре 1977 г. В основных докладах Г.Г.Скворцова, Б.В.Смирнова, М.Е.Певзнера, В.В.Гречухина, В.Т.Глушко и др. были рассмотрены теоретические и методические особенности инженерно-геологического обоснования условий разработки месторождений. Еще раз было отмечено, что это обоснование является неотъемлемой частью геологической разведки и должно проводиться на всех ее стадиях, было указано, что одной из главных причин неблагополучия в области прогнозных оценок условий освоения недр является, с одной стороны, отсутствие научно обоснованных требований к характеру и объему инженерно-геологических данных, необходимых для оценки взаимодействия горных сооружений с геологической средой, а с другой, не отвечающий современным условиям развития науки и техники уровень теоретических и методических работ инженерно-геологической оценки месторождений полезных ископаемых и прогноза тех изменений, которые наступят при их освоении.

На современном этапе развития инженерной геологии нельзя сводить все задачи к прогнозированию, которое является завершающим процессом научного исследования. В первую очередь необходимо довести до более высокого уровня теоретические и методические разработки, позволяющие дать количественную оценку инженерно-геологических условий месторождения, на основе которой можно было бы обеспечить прогнозирование расчетными показателями и схемами, т.е. разработать инженерно-геологическую модель месторождения (или отдельных его участков), которая бы явилась базой дальнейших работ при проектировании, строительстве и эксплуатации горных выработок.

Для успешного прогнозирования, кроме того, необходимо установить закономерности возникновения и развития различных процессов и явлений, сопутствующих освоению месторождения. Здесь особое значение приобретают сбор и анализ наблюдений за деформациями горных пород в открытых и подземных выработках, на отвалах, на подрабатываемых и дренируемых территориях, моделирование (физическое и математическое), аналитические разработки с целью количественной оценки наблюдаемых явлений.

Наиболее трудной, как нам кажется, является задача оценки инженерно-геологических условий месторождения, которая должна решаться с разной степенью детальности (надежности) на всех стадиях геологической разведки.

В связи с отмеченными особенностями современного состояния науки и практики в области разведки и освоения месторождений полезных ископаемых,

основной теоретической задачей инженерной геологии в этой области является разработка теории и методики инженерно-геологического изучения месторождений на разных стадиях их разведки. Только на этой основе можно подойти к решению неотложных проблем оценки инженерно-геологических условий месторождений и создать надежный фундамент для прогноза геологических процессов и явлений, сопутствующих строительству и эксплуатации горных сооружений.

Полученные результаты должны дать возможность построить инженерно-геологическую модель, которая явится предметом дальнейших исследований и практических решений. Все эти работы проводятся инженер-геологами и геологами с участием геофизиков, гидрогеологов и редко горняков (на стадии доразведки). Особо следует отметить, что изучение свойств пород с учетом их специфики в условиях естественного залегания определяет необходимость все большего применения полевых методов. Большое значение здесь приобретают геофизические исследования месторождений.

Развитие горнодобывающей промышленности ставит еще одну важнейшую проблему перед современной инженерной геологией – проблему рационального использования геологической среды и охраны природы. Интерес к ней огромен, как показало Всесоюзное совещание по инженерной геологии, состоявшееся в Ленинграде в 1976 г. Рассмотреть основные направления этой проблемы здесь нет возможности, однако можно отметить, что задачи, стоящие перед нами в этой области, могут быть решены только на базе системного научного подхода с использованием достижений геологических и технических наук. Пример оценки инженерно-геологических условий размещения отходов калийной промышленности дан в работах «Оползневые деформации на солеотвалах калийных рудников» (И.П.Иванов, 1976), «Условия размещения солеотвалов на комбинате «Уралкалий» (И.П.Иванов и Н.М.Головин, 1977), «Проблемы охраны природной среды и устойчивости солеотвалов на калийных комбинатах» (И.П.Иванов, 1978). Внедрение подобного рода научных исследований приводит к более рациональному использованию земель и к охране подземных вод от засоления.