

Едигенов М.Б., кандидат геолого-минералогических наук, член-корреспондент МАМР,
ТОО «Научно-производственная фирма Геоэкос», г.Костанай, Республика Казахстан.

ИЗУЧЕННОСТЬ ГИДРОГЕОЛОГИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.

Развитие гидрогеологии рудных месторождений в Советском Союзе и Казахстане имеет свою славную историю. В статье рассмотрены основные вопросы, имеющие принципиальное отношение к рассматриваемой теме вчера и сегодня, приведены авторы, в разные годы оставившие яркий след в исследовании представленной темы.

Development of geohydrology of ore deposits in Soviet Union and Kazakhstan has the glorious history. Basic questions having fundamental attitude toward the examined theme yesterday and today are considered in the article, authors over are brought, in different years leaving bright track in research of the presented theme.

В начале 21-го века водоотливные средства, применяемые в подземных сооружениях, достигли такого совершенства, что водоприток уже не ограничивает глубины горных выработок; последние опускаются на сотни метров ниже естественного уровня подземных вод (глубины шахт Донбасса, и Караганды, например, превышают 700-900 м, глубины карьеров Соколовско-Сарбайской группы достигли 650 м), а количество извлекаемой воды достигает несколько десятков тысяч кубометров в сутки. В некоторых случаях и теперь еще условия разработки месторождений серьезно осложняются большими водопритоками и катастрофическими прорывами вод и плывунов.

Вместе с развитием техники постепенно росла потребность в изучении условий обводнения месторождений, возникали задачи по определению величины водопритоков и по разработке рациональных способов осушения залежей полезных ископаемых. Однако в условиях неэффективной эксплуатации месторождений никакой исследовательской работы в этой области не велось. Специальные инженерно-геологические изыскания и гидрогеологические исследования впервые начали проводиться в СССР и Казахстане, главным образом в период первых сталинских пятилеток, когда на многих месторождениях были организованы систематические гидрогеологические работы, положившие начало развитию учения о рудничных водах. В связи с развитием горной промышленности и проведением в жизнь мер по улучшению условий труда на подземных работах значение разработки вопросов рудничной геологии и гидрогеологии получило общее признание. Свидетельством этого признания было широкое обсуждение в СССР (а сейчас и в странах СНГ) этих проблем на съездах и конференциях, посвященных горным и геологоразведочным работам.

В результате изучения рудничных вод многих месторождений Подмосковского бассейна, Донецкого бассейна, Курской магнитной аномалии, Урала, Прибалтийского сланцевого бассейна, Западно-Украинского бурогоугольного бассейна, угольных месторождений Средней Азии и др. получены ценные материалы, опубликованные в ряде работ [11, 13, 18, 21, 23]. Крупные гидрогеологические исследования проводились в Донбассе, Подмосковном бассейне и других месторождениях. В Донбассе эти исследования имели целью определение водопритока в шахты, а также изучение возможности использования рудничных вод для питьевого и технического водоснабжения.

В Подмосковном бассейне, где разработка глубоких залежей бурого угля чрезвычайно затруднялась нарастающими притоками воды и частыми прорывами пльвунов, геологические изыскания и гидрогеологические исследования проводились главным образом для выработки методики осушения угольных месторождений.

В процессе гидрогеологического изучения месторождений различных полезных ископаемых появился ряд работ методического характера - об объеме и характере гидрогеологических исследований на различных этапах разведки, а также о требованиях, предъявляемых к инженерно-геологической и гидрогеологической изученности месторождений для различных категорий запасов и их природной сложности.

Совокупность всех материалов по инженерной геологии и гидрогеологии месторождений полезных ископаемых, находящихся в разнообразных геологических условиях, в том числе в условиях карста и многолетней ("вечной") мерзлоты, явилась основой для возникновения учения о рудничных водах. В середине прошлого века вышла в свет книга Д.И. Щеголева "Рудничные воды" [26], в которой впервые были обобщены вопросы рудничной геологии и гидрогеологии и дана гидрогеологическая классификация месторождений полезных ископаемых. В книге освещена история развития мер борьбы с притоками воды в подземные выработки, рассмотрены водные свойства горных пород. Наиболее подробно и обстоятельно разобраны естественно исторические и искусственные факторы, обуславливающие обводненность месторождений. В книге охарактеризовано также значение подземных вод для экономики горного предприятия и даны примеры использования рудничных вод.

Во второй половине XX века в ряде работ по геологии и гидрогеологии рудных месторождений, опубликованных специалистами, решены некоторые важные вопросы, связанные с методикой разведки и практикой освоения месторождений, и разработаны новые методы расчета водопритокков к горным выработкам [2-4, 9, 11, 21]. Освоение новых сильно обводненных месторождений полезных ископаемых потребовало разработки гидродинамической теории определения водопритокков к горным выработкам. Однако ввиду сложности определения притока подземных вод к горным выработкам удовлетворительных теоретических решений в этой области пока еще не найдено и задачи эти решаются практическими инженерно-геологическими изысканиями и гидрогеологическими исследованиями на каждой конкретной площадке (территории).

История изученности вопросов рудничной гидродинамики и развития техногенеза рудничного профиля тесно связана с такими авторами, как В.А.Мироненко, Н.И.Плотников, Ю.А.Норватов, которые в своих работах союзных лет [12-17, 19-24] показали достаточно высокий уровень исследований гидрогеологии рудных месторождений, формирования техногенного режима подземных вод, методов его прогноза и воздействия на подземную гидросферу и окружающую среду в целом. В их работах четко сформулированы основные задачи исследований гидрогеологии рудных месторождений на различных стадиях их освоения, даны классификации и типы месторождений по степени сложности гидрогеологических и инженерно-геологических условий, основные типы воздействия при отработке рудных месторождений на геологическую и окружающую среду, разработаны основные подходы к изучению техногенного режима подземных вод и пр. В значительной степени такие работы следует признать фундаментальными, поэтому будет уместным здесь привести основные их достижения с целью определения некоторых вопросов, требующих доизучения и постановки на объектах Северного Казахстана и сопредельных стран.

В Казахстане «интенсивно развивается рудодобывающая промышленность. При этом в промышленное освоение новых рудных месторождений все чаще вовлекаются объекты, имеющие весьма сложные гидрогеологические и инженерно-геологические условия. При освоении таких месторождений, как правило, приходится применять предварительное, а затем длительное эксплуатационное осушение горных разработок, откачивая

значительные объемы подземных вод. Наиболее сильное воздействие на изменение окружающей среды отмечается при групповой отработке (близко расположенных) рудных месторождений [5, 7, 18]. Все это усложняет промышленную разработку рудных месторождений и требует проведения специальных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований с целью своевременного решения главной практической задачи по обеспечению безопасных условий промышленной отработки месторождений и созданию условий для высокой производительности труда.

В связи с интенсивным развитием рудодобывающей промышленности весьма остро возникла новая проблема в современной гидрогеологии и инженерной геологии — охрана и защита окружающей среды от негативного влияния техногенеза, формирующегося при эксплуатации рудных месторождений [14, 18-20]. Эта проблема определила необходимость постоянного изучения техногенных процессов в сферах влияния осушаемых горных разработок и эксплуатируемых объектов, входящих в общую структуру горнообогатительных комбинатов.

В связи с этим комплексное изучение рудных месторождений должно быть направлено на решение инженерно-технических задач с целью обеспечения безопасных условий их отработки, а также решения задач по охране и защите окружающей среды в сфере влияния горнодобывающего предприятия.

В последние десятилетия в структурном отношении и по степени влияния на изменение свойств окружающей среды горнодобывающие предприятия можно условно подразделить на 2 типа. Наиболее распространенным является второй тип структуры, куда входят: а) горный цех и принадлежащие ему породные отвалы; б) обогатительный цех и его неперменная принадлежность — хвостохранилище (бассейны накопителей промстоков или гидроотвалы); в) цех хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения с неперменным автономным (как правило) водозаборным сооружением; г) город горняков, который чаще всего на предприятиях располагается в непосредственной близости от основных объектов предприятия, где также формируются техногенные процессы.

Как показывает опыт, при эксплуатации собственно рудных залежей и их осушении на площади влияния горных разработок всегда возникают техногенные процессы, негативно воздействующие на изменение свойств геологической среды. Нередко на предприятиях развиваются процессы взаимодействия водозаборов и осушительных устройств. Существенное влияние на загрязнение поверхностных и подземных вод оказывает эксплуатация хвостохранилищ (гидроотвалов), а также накопителей рудничных вод. На площади хранения отвалов пустых пород может наблюдаться изменение ландшафтных условий и загрязнение подземных вод; на городских территориях часто проявляются техногенные процессы подтопления поверхностных сооружений.

Таким образом, сущность современной проблемы в области гидрогеологических и инженерно-геологических аспектов охраны окружающей среды состоит в комплексной оценке деятельности всех объектов горнорудного предприятия. Только с помощью такого научно-методического приема можно успешно решить возникающие в сфере деятельности горнорудного предприятия задачи по охране и защите окружающей среды. В связи с этим и возникает необходимость рационального размещения на горнорудном предприятии всех его объектов с таким расчетом, чтобы максимально снизить суммарное их влияние на изменение свойств окружающей среды.

Наряду с этим определена необходимость комплексного и рационального освоения всех полезных компонентов рудных месторождений. Суть их состоит в неперменном использовании при эксплуатации рудных месторождений ресурсов рудничных вод для целей водоснабжения, орошения или извлечения содержащихся в них полезных компонентов. В свете этого на объектах должны разрабатываться такие рациональные схемы осушения горных разработок, которые позволили бы, с одной стороны, обеспечить безопасные условия ведения горных работ и добычи рудных залежей, а с другой стороны, решить вопрос о рациональном использовании рудничных вод для практических целей.

Эта проблема определила содержание и состав гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, которые должны проводиться на стадиях изучения и промышленного освоения рудных месторождений: 1) поисков и всех видов разведки рудных месторождений; 2) проектирования и строительства горнорудного объекта; 3) промышленного освоения месторождения (длительной эксплуатации); 4) в стадию консервации и ликвидации объекта.

Интересными в методическом плане являются исследования Норватова Ю.А. [17] в изучении техногенного режима подземных вод при отработке рудных месторождений.

«Техногенный режим подземных вод — это природное явление, развивающееся под влиянием инженерной деятельности человека. В отличие от естественного режима подземных вод техногенный режим формируется под мощным воздействием факторов, являющихся следствием технических мероприятий, которые существенно изменяют условия дренирования водоносных комплексов. Реакция водоносных систем на появление техногенных источников их возмущения зависит от совокупности разнообразных природных факторов (геологических, гидрогеологических, метеорологических). Предполагается, что эта реакция прослеживается в региональном масштабе, поэтому необходимо учитывать особенности и сезонную изменчивость питания водоносных комплексов по площади их развития, фильтрационную неоднородность этих комплексов в плане и в разрезе, их естественные ресурсы. Региональность техногенного режима подземных вод предопределяет целесообразность совместного рассмотрения вопросов изучения и прогноза этого сложного природного явления. Специфические трудности таких исследований связаны с их эвристическим характером, который обусловлен особой динамичностью и необратимостью во времени изучаемых и прогнозируемых процессов геофильтрации».

Данная работа отражает особенности изучения и прогноза техногенного гидродинамического режима подземных вод, формирующегося при строительстве и эксплуатации горнодобывающих предприятий. Основным содержанием работы являются методологические аспекты гидрогеологических исследований, которые доминируют над описательными моментами. Представленный в книге [17] фактический материал служит главным образом иллюстрацией к обсуждаемым методическим приемам. Особое внимание в работе уделено гидрогеологическому анализу источников возмущения водоносных комплексов, оценке условий формирования водопритоков в горные выработки. Работу не стоит рассматривать как некое справочное руководство по изучению и прогнозу техногенного режима подземных вод; эта серьезная проблема требует дополнительных проработок, без которых преждевременно предлагать унифицированные рекомендации.

При обобщении опыта гидрогеологических исследований на месторождениях твердых полезных ископаемых особое внимание сосредоточено на совместном рассмотрении геомеханических и гидродинамических процессов, развивающихся взаимосвязанно при эксплуатации шахт и карьеров. Практические примеры показывают, что зачастую только комплексный гидрогеомеханический подход к изучению условий формирования техногенного режима подземных вод на шахтных и карьерных полях обеспечивает плодотворность его изучения и достоверность прогнозных оценок.

Определенные усилия направлены на освещение особенностей методики интерпретации результатов режимных гидрогеологических наблюдений, проводящихся на шахтных и карьерных полях. Необходимость совершенствования и детализации этой методики определяется повышенной информативностью целенаправленных гидрогеологических наблюдений, которая обеспечивает эффективную схематизацию реальных условий и оценку достоверных фильтрационных параметров. В этой связи особое внимание должно уделяться обоснованию требований к режимным гидрогеологическим наблюдениям и совершенствованию методики гидрогеологической схематизации.

В качестве стержневой идеи в методологической ориентации Норватова Ю.А. выступает положение о том, что эффективным методом гидрогеологических исследований является математическое моделирование фильтрационных процессов, призванное реализовать единый подход к изучению и прогнозу сложного техногенного режима подземных вод. Личный опыт этого автора в области математического моделирования ограничен применением электрических моделей в решении разнообразных научно-технических задач горного дела.

Весьма интересными и полезными являются исследования казахстанских ученых-Жапарханова С.Ж., Кунанбаева С.Б., Крылова В.В., Буракова М.М. [8-10], которыми рассмотрены закономерности гидрогеологических условий эксплуатации и водообеспеченность важнейших горнорудных объектов Казахстана еще в союзное время. На основе их анализа и теоретического обобщения материалов многолетних комплексных исследований освещены природные факторы формирования подземных вод Северного, Центрального и Южного Казахстана. Описаны геолого-структурные, горнотехнические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия рудных полей и прилегающих к ним территорий. Различными методами подземной гидродинамики, а также путем зарождающегося аналогового моделирования рассчитаны и сопоставлены прогнозные водопритоки в глубокие горизонты, приведены рекомендации по борьбе с рудничными водами. Всесторонний анализ казахстанских ученых существующего на тот момент перспективного водоснабжения горнорудных предприятий позволил подробно рассмотреть условия водообеспеченности и наметить пути их улучшения.

Вместе с тем имеются некоторые вопросы, которые изучены исключительно на горнорудных объектах Северного Казахстана. В частности, предлагаются и модернизированы методы и объемы исследований рудных месторождений по стадиям их освоения. Это касается, прежде всего, схематизации природных моделей месторождений, на основании которых производятся прогнозные оценки их обводненности и соответствие этих моделей природным условиям горнорудных объектов [7]. На каждой из стадий освоения месторождений прописан определенный комплекс исследований, направленный на поэтапное решение прикладных практических задач, как то: установление общих условий обводненности месторождений, исходя из начальной вертикальной и плановой схематизации принимающих в формировании водопритоков водоносных горизонтов на разведочных стадиях. Основными методами для этого периода освоения месторождений признано проведение буровых и опытно-фильтрационных работ, как на площади рудного тела, так и прилегающих площадей для получения предварительной информации по фильтрационным свойствам водовмещающих пород и их изменчивости в пределах области возможного воздействия эксплуатационного водопонижения. Всеми исследователями рекомендуются работы вести комплексно с изучением всех аспектов добычи полезного ископаемого - его обводненности, инженерно-геологических условий вскрытия и промышленной эксплуатации, а также возможные воздействия на геологическую и окружающую среду. При этом важнейшим условием проведения работ является выполнение работ одним коллективом исполнителей, что крайне важно для единого восприятия методики проведения исследований и оценки полученных результатов. Во всех случаях очевиден серьезный пробел в исследованиях рудных месторождений на ранних его стадиях изучения - это ограниченность исключительно площадью ведения горных работ и границами развития рудных тел. Это позволяет обратить серьезное внимание на расширение площадей исследования рудных месторождений с определением более взвешенных задач по изучению плановой и вертикальной неоднородности обводняющих толщ и на этой основе проведение схематизации максимально приближенной к природной геодинамической модели объектов. Кроме того, в современных условиях большинство работ по объектам недропользования с участием частных отечественных и зарубежных компаний осуществляется с элементами риска по объединенной программе всех разведочных

циклов, где многие стадии (например, предварительная и детальная разведки, а иногда и поисковая) проводятся в одну общую стадию, и таким образом, получение необходимой информации предполагает решение всех задач быстро и кондиционно. В этой связи принципиально важным является правильная организация буровых и опытно-фильтрационных работ, направленных на получение максимально возможной информации по площади рудного поля и в глубину с тем, чтобы выполнить схематизацию природной геодинамической и геомеханической модели месторождения. Вместе с тем, на этой же стадии должна быть проведена процедура оценки исходного состояния окружающей среды (ОС) для последующего прогноза воздействия отработки месторождения на ОС покомпонентно: воздушный бассейн, наземную и подземную гидросферу, земельные угодья. В этой части проблема изучения горнорудных объектов совмещенных поисково-разведочных стадий требует серьезного научно-методического обоснования и исследована на объектах Северного Казахстана.

В стадию проектирования и строительства горнорудного предприятия всеми исследователями отмечается необходимость получения данных для выбора способа эффективного дренажа и системы осушения рудника, а также создания такой системы наблюдений за изменением режима подземных вод, которая могла бы позволить отследить условия формирования водопритоков на всей площади воздействия производственного водопонижения, уточнить условия взаимосвязи водоносных горизонтов и их фильтрационных параметров. В этой части имеются некоторые пробелы в исследовании опыта строительного водопонижения слоистых разрезов месторождений со сложными и очень сложными природными условиями, получения обобщенных и отдельных расчетных фильтрационных параметров водоносных толщ. Здесь главным является правильная схематизация опытно-эксплуатационного водопонижения, подготовка и грамотное размещение наблюдательной сети ярусных скважин, их обслуживание и пр. В ряде случаев по данным обработки строительного водопонижения могут быть уточнены граничные условия водоносных горизонтов, которые принципиально меняют представление по обводненности месторождения.

Стадия промышленной эксплуатации является главным этапом освоения рудных месторождений, когда на практике подтверждается либо не подтверждается информация, полученная на предыдущих стадиях- разведочного цикла, проектирования и строительства рудника. В этот период наиболее важным вопросом, отмечаемым всеми исследователями, является организация системы мониторинга за параметрами водоотбора и изменением режима подземных вод не только в пределах карьерных и шахтных полей, но и в пределах области влияния производственного водоотлива. Организация такой системы слежения за параметрами водоотбора до настоящего времени все еще требует своей оптимизации, в частности, пространственное размещение пунктов наблюдений. Существует внутренняя и внешняя сеть наблюдений, которые определяются в первом случае - горным отводом предприятия в пределах карьерного или шахтного поля в условиях интенсивно нарушенного режима подземных вод, во втором случае- прилегающими площадями за зоной ведения горных работ в условиях слабонарушенного и естественного режима. Внутренняя сеть наблюдений, как правило, принадлежит недропользователям, осуществляющих добычу полезного ископаемого, внешняя сеть создается государственными предприятиями, осуществляющих государственный мониторинг подземных вод (ГМПВ) на промышленных полигонах и выполняемых за счет государственного бюджета. Кроме единого восприятия системного мониторинга всей площади формирования эксплуатационных запасов рудничных вод горнорудных объектов назрела необходимость в оптимизации и корректировке научно-методологических основ такого мониторинга, особенно для месторождений со сложными природными условиями. Это направление связано не только с организацией наблюдений за промышленным водоотливом – объемами извлекаемых из недр рудничных вод и формированием воронки депрессии, но и на участках их складирования при неполном

использовании дренажных вод вокруг накопителей-испарителей, хвостохранилищ и пр. Месторождения со сложными природными условиями в процессе длительной совместной эксплуатации и активного гидродинамического взаимодействия имеют свои специфические особенности и по результатам многолетних наблюдений за техногенным режимом подземных вод некоторых горнорудных районов могут быть успешно оценены балансовым методом и методом гидрогеологических аналогий. Методы и средства оценки воздействия многолетней эксплуатации рудных месторождений на окружающую среду, включая геологическую среду и подземную гидросферу, определенным образом трансформированы и оптимизированы с учетом комплексного изучения техногенных процессов, необходимости выполнения природоохранных мероприятий и выполнения прогнозных оценок условий вскрытия и эксплуатации месторождений-аналогов на сопредельных территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов С.К., Газизов М.С., Костенко В.И. Защита карьеров от воды. М., «Недра», 1976.
2. Абрамов С.К., Скиргелло О.Б. Способы, системы и расчеты осушения шахтных и карьерных полей. М., «Недра», 1968.
3. Абрамов С.К., Скиргелло О.Б., Чельцов М.И. Осушение шахтных полей и карьеров угольных месторождений. М., Госгортехиздат, 1961.
4. Бабушкин В.Д. и др. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1969. 408 с.
5. Веселов В.В., Махмутов Т.Т., Едигенов М.Б. и др. Гидрогеология и охрана окружающей среды горнорудных районов Северного Казахстана. М., «Недра», 1992, 270 с.
6. Едигенов М.Б. «Гидрогеологические прогнозы и оценка запасов дренажных вод рудных месторождений», Геология и охрана недр, № 1(50) 2014, стр. 83.
7. Едигенов М.Б. «Гидрогеология рудных месторождений Северного Казахстана, Костанай, 2013., 308 с.
8. Жапарханов С.Ж., Кунанбаев С.Б. и др. «Гидрогеология горнорудных объектов Казахстана», Наука Казахской ССР, Алма-Ата, 1980.
9. Жапарханов С.Ж., Кунанбаев С.Б. и др. «Подземные воды рудных месторождений Центрального Казахстана», Наука Казахской ССР, Алма-Ата, 1985.
10. Жапарханов С. Ж., Сон В. В., Скиданов А. Т. Гидрогеологические условия месторождений Кустанайской железорудной зоны. А-Ата: Наука КазССР 1987.
11. Климентов П.П., Овчинников А.М., Сыроватко М.В. Гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых. Ч.1 и 2. М., «Недра», 1966.
12. Мироненко В. А. Дренаж глубоких карьеров и его роль в обеспечении устойчивости их бортов. - Сб. статей № 58. Л., 1966, с. 250-257.
13. Мироненко В.А. Гидрогеологические исследования в горном деле. М., Недра, 1976, 352 с.
14. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах. Л., «Недра», 1980.
15. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. М., «Недра», 1978.
16. Мироненко В.А., Шестаков В.М., Основы гидромеханики. М., «Недра», 1974.
17. Норватов Ю.А. Изучение и прогноз техногенного режима подземных вод. Л., Недра, 1988, 260 с.
18. Писанец Е.П., Мироненко В.А. Водопонижение на карьерах КМА. М., «Недра», 1968.
19. Плотников Н. И. Техногенные изменения гидрогеологических условий М.: Недра. 1989. 265 с.

20. Плотников Н. И., Карцев В. А., Рогинец Н. И. Научно-методические основы экологической гидрогеологии. М.: МГУ. 1992. 62 с.
21. Плотников Н. И., Рогинец И. И. Гидрогеология рудных месторождений. М.: Недра. 1987. 288 с.
22. Плотников Н.И., Краевский С. Гидрогеологические аспекты охраны окружающей среды. М., «Недра», 1983.
23. Плотников Н.И., Сыроватко М.В., Щеголев Д.И. Подземные воды рудных месторождений. М., Metallurgizdat, 1957. 614 с.
24. Плотников Н.И. Гидрогеологические исследования на месторождениях твердых полезных ископаемых. Основы гидрогеологии. Методы гидрогеологических исследований. Новосибирск, Наука, 1984, 213 с.
25. Троянский С.В., Белицкий А.С., Чекин А.И. Общая и горнорудная гидрогеология. М., Госгортехиздат, 1960.
26. Щеголев Д.И. Рудничные воды. М., Углетехиздат, 1948, 144 с.