

УДК 662:[556.3+624.131](571.1)
DOI: 10.52349/0869-7892_2023_93_107-116

Э. Ш. Курбанов, А. М. Ахунжанов, Б. М. Абдурахманов (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»),
А. Д. Каюмов (ТГТУ)

ПРЕВЕНТИВНЫЕ МЕРЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЫЗВАННЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫМИ УСЛОВИЯМИ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Рассматривается актуальность задачи, некоторые особенности гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, вызванных природно-техногенными условиями при добыче полезных ископаемых (на примере отдельных высокогорных месторождений Нурата-Зарафшана). Методика исследований включает изучение не только расположения провала (обрушения), но и разрезов, примыкающих к провальным воронкам, так как немаловажную роль в их образовании играет поток подземных вод с действующими родниками. Изучены особенности развития прочностных и деформационных свойств горных массивов при формировании обвальных провальных обрушений, приводящих к изменениям горно-технических условий эксплуатации месторождений. Дается характеристика провала поверхности земли, образующегося в результате обрушения грунтов в горных выработках под влиянием в основном гидрогеологической и инженерно-геологической деятельности.

Ключевые слова: подземные воды, коэффициент фильтрации, трещиноватости, обрушения, устойчивость, напряжение.

E. Sh. Kurbanov, A. M. Akhunzhanov, B. M. Abdurakhmanov (SE «Institute GIDROINGEO»),
A. D. Kayumov (TSTU)

PREVENTIVE MEASURES BASED ON HYDROGEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL PROCESSES CAUSED BY NATURAL AND MAN-MADE CONDITIONS DURING MINERAL MINING (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

The relevance of the problem, some features of hydrogeological and engineering-geological processes caused by natural and man-made conditions during mining operations are discussed (case study of highland facilities of Nurata-Zarafshan ore deposits). The investigating procedure includes studying not only the location of a sinkhole (collapse), but also sections adjacent to the sinkholes, since an important role in their formation is played by groundwater flows with active springs. Features of the development of strength and deformation properties of rock masses during the formation of landslide sinkhole collapses, which result in changes in mining and technical conditions of deposit development, are studied. Sinkholes formed because of ground failure in mine workings under the impact, mainly, of the hydrogeological and engineering-geological activities in the mining area are described.

Keywords: groundwater, coefficient of permeability, fracturing, collapses, stability, stress.

Для цитирования: Курбанов Э. Ш. Превентивные меры на основе гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, вызванных природно-техногенными условиями при добыче полезных ископаемых (Республика Узбекистан) / Э. Ш. Курбанов, А. М. Ахунжанов, Б. М. Абдурахманов, А. Д. Каюмов // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 107–116.
DOI: 10.52349/0869-7892_2023_93_107-116

Введение. При разработке месторождений полезных ископаемых увеличение объемов извлекаемых горных пород, а также глубин и подземных горных выработок приводит к усилению роли техногенных факторов в образовании гидрогеологических процессов. В связи с повышением буровзрывных работ и изменением схем ведения

горных работ, тенденции проявления техногенных процессов, осложняющих разработку месторождений, не только усиливаются, но и провоцируют развитие различных гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. В настоящее время более быстрыми темпами исчерпывается фонд приповерхностных, легко открываемых

месторождений и дальнейшее расширение перспективных рудных районов может осуществляться преимущественно за счет обнаружения в сложных геологических условиях глубоких горизонтов, а также перекрытых мощными горными породами. Для безопасной и эффективной подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых (МТПИ) необходимо проводить детальные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования [3].

Так, исследование природных и техногенных факторов, их влияния на гидрогеологические и инженерно-геологические процессы при освоении месторождений, проблемы оценки их развития, предупреждения и ликвидации водопритоков горных выработок сегодня является актуальным [8].

Расширение ассортимента сырья для действующих предприятий региона требует предупреждения и ликвидации водопритоков в горные выработки, а также своевременное представление практических рекомендаций по способам осушения водопритоков штольневых горизонтов, позволяющий эффективно и безопасно разрабатывать рудные залежи [7].

Фактический материал. Основными природными факторами, определяющими гидрогеологические условия месторождения, являются климат района, геолого-тектоническое строение, рельеф территории и гидрография.

Из вышеперечисленных факторов наибольшее влияние на формирование водопритоков в горные выработки оказывают атмосферные осадки и техногенные факторы, являющиеся основным источником питания формирования подземных вод месторождений.

Климат района резко континентальный, с продолжительным летом и короткой холодной зимой. Климатические условия района месторождения характеризуются по данным метеостанции «Кошрабад». Среднегодовое количество осадков (сумма за год) – 388 мм, максимальное – 596 мм, минимальное – 289 мм, среднемноголетнее – 400 мм. Основное количество осадков (до 70–80%) приходится на весенне-осенний период.

В условиях резко континентального климата большая часть выпадающих осадков испаряется с поверхности почвы и растительности. Другая часть в связи с уклоном местности идет на пополнение поверхностного стока в период весеннего паводка. Лишь в местах выхода обнаженных трещиноватых палеозойских пород создаются благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков и пополнения запасов подземных вод.

Нуратау-Зарафшанский горно-рудный район по административному делению включает Джизакскую, Самаркандскую, Навоийскую и Кашкадарьинскую области. В состав региона входят реки Зарафшан и Санзар. В северной части Нуратинского хребта находятся горы Северный Нуратау, Койташ, Писталитау, Ханбандитау, а в Южной части – Актау, Караччитау, Габдитау. К северным горам Зарафшана относятся горы Каратепе, Зира-

булак-Зияэтдин, а на юге широко распространены небольшие горы Кошрабат, Южный Нуратау и Орасай. Западная часть Зарафшанского хребта расположена вблизи Тянь-Шаньского хребта и состоит из гор Каратепе (рис. 1).

В геологическом строении Гужумсайского месторождения принимают участие интрузивные породы палеозойского возраста и перекрывающие их чехлом мощностью до 100 м неоген-четвертичные отложения. Поступление подземных вод в горные выработки зависит от литологического состава горных пород, трещиноватости и их водно-коллекторских свойств. На Гужумсайском месторождении основное развитие получили интрузии гранитоидного состава (Кошрабадская интрузия), представленные граносиенитами, сиенитами и гранитами. Водопроницаемость скальных пород зависит от характера, глубины распространения трещин и интенсивности затухания трещиноватости по глубине.

На большей части площади Гужумсайского месторождения интрузивные породы перекрыты с поверхности слабодопроницаемыми неоген-четвертичными отложениями. По генезису верхнеплиоценовые отложения пролювиальные и представлены алевролитами с прослоями разногалечных конгломератов. Четвертичные отложения перекрывают породы неогенового возраста и представлены аллювиально-пролювиальными щебнистыми породами с мелкоземом. По дну долины р. Гужумсай получили развитие пролювиальные образования, представленные гравийно-галечниковыми породами с включениями валунов. Учитывая геологическое строение Гужумсайского месторождения, по степени обнаженности оно относится к закрытому типу [2]. На закрытых месторождениях водоприитоки в горные выработки будут формироваться в строительный период за счет статических запасов подземных вод, а в дальнейшем при эксплуатации месторождения подтоком воды со стороны основных областей питания [9].

На обводненность месторождения существенное воздействие оказывает тектоническое строение. Из зон тектонических нарушений наблюдалось поступление значительных водных масс воды в горные выработки [6]. Положение Гужумсайского месторождения в структуре рудного поля определяется мощной зоной дорудных разрывов восточно-северо-восточного простирания, являющейся западной границей Чармитанского месторождения. Данная зона разрывов и рудовмещающие структуры представляют собой сопряженную систему выдержанных сколовых трещин, возникающих при относительных перемещениях больших блоков пород по Караулхона-Чармитанской зоне разломов глубокого заложения, являющейся рудо-контролирующей структурой всего рудного поля.

Караулхона-Чармитанская зона разломов охватывает южную часть площади месторождения, мощность ее достигает нескольких сот метров при падении, близком к вертикальному, простирание – субширотное. Состоит из серии субпараллельных



Рис. 1. Обзорная карта Нурота-Зарафшонского рудного поля

и косопересекающихся разломов мощностью от единиц до нескольких десятков метров. Караулхона-Чармитанская зона разломов наиболее древняя (доинтрузивная) и долгоживущая система, по которой в разные периоды происходили значительные и, возможно, разнонаправленные перемещения блоков пород. Крупные тектонические нарушения, пересекающие скальные палеозойские породы, обычно сопровождаются зонами дробления и брекчирования и могут служить проводниками между водоносными комплексами палеозойского и неоген-четвертичного возраста.

Рельеф площади месторождения – один из важнейших факторов, определяющих условия питания, транзита и накопления подземных вод. Расчлененность поверхности существенно влияет на степень обводнения месторождения, определяя условия поверхностного стока и дренирования подземных вод. Рельеф на площади Гужумсайского месторождения низкогорный, расчлененный. Абс. отм. изменяются от 900 до 1025 м и более. Относительные превышения составляют в среднем 50–100 м. Крутизна склонов 10–30°, реже достигает 35–40°. Незначительная крутизна склонов благоприятна для просачивания выпадающих атмосферных осадков, а расчлененность местности способствует созданию благоприятных условий для дренирования подземных вод. Но положение месторождения по отношению к местному базису эрозии (Гужумсай) неблагоприятное, так как расположено оно ниже местного базиса эрозии (горизонты отработки от +600 до +820 м), что вызывает повышенную обводненность горных выработок шахты № 1.

Гидрографическая сеть в районе месторождения образована р. Гужумсай, протекающей на западном фланге месторождения. Поверхностный сток по Гужумсаю играет опре-

деленную роль в восполнении ресурсов подземных вод месторождения и обводнении горных выработок, что подтверждается результатами режимных наблюдений за поверхностным стоком по Гужумсаю и водопритоками в подземные горные выработки шахты № 1. Наибольшие водопритоки отмечаются в период прохождения по саю максимального стока (март–апрель), однако могут проходить и позже. Это зависит от геологических условий района.

Проанализировав основные природные факторы формирования подземных вод месторождения, ниже приводим описание гидрогеологических условий Гужумсайского месторождения.

На площади месторождения по условиям распространения, залегания, питания и разгрузки подземных вод выделяются:

- 1) водоносный комплекс аллювиальных современных и аллювиально-пролювиальных верхнечетвертичных отложений ($aQ_{IV}-arQ_{III}$);
- 2) водоносный комплекс среднечетвертичных, пролювиальных отложений (pQ_{II});
- 3) водоносный комплекс верхнеплищевых отложений (N_2^3);
- 4) трещинные воды верхнепалеозойских пород (γPz);
- 5) трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений.

Питание грунтовых вод современных и верхнечетвертичных отложений происходит за счет атмосферных осадков и подземных вод палеозоя, которые дренируются в гравийно-галечниковой толще Гужумсаю.

В трещинно-жильных породах и (граносиенитах) расход воды колеблется от 0,01 до 0,18 л/с, поэтому дренажный эффект месторождения Гужумсай будет незначительным. Осушение по скважинам с поверхности земли не рекомендуется.

Осушение подземных горных глубоких горизонтов +540, +480, +420 и +360 м выработок необходимо производить следующими способами:

- круглосуточная откачка рудничных вод насосами;
- откачка воды из опережающих скважин и, возможно, водопонижающих колодцев;
- исключить инфильтрацию подземных вод из всех вышерасположенных (отработанных и закрытых) горных выработок (+820, +780, +720, +660 и +600 м) в нижние горизонты.

Таким образом, на площади Гужумсайского месторождения грунтовые

воды неоген-четвертичных отложений будут участвовать в питании трещинных вод палеозоя при отработке месторождения. Искусственный тип режима накладывается на естественное снижение или повышение уровня подземных вод.

При вскрытии мощных зон дробления горных пород отмечаются водопроявления с расходом 1–8 л/с и резко увеличивается водоприток в систему горных выработок в целом. Как правило, с течением времени расход водопроявлений из зон разломов неуклонно снижается и через 1–2 года совершенно исчезает.

Исключение составляют крутопадающие разломы, выходящие непосредственно под неоген-четвертичные отложения и имеющие связь с грунтовыми водами. Расход водопроявлений из таких разломов, как правило, остается постоянным (штрек 26). При вскрытии выработками менее мощных разломов и зон дроблений наблюдались водопроявления трещинно-жильных вод с расходом от 0,02 до 1,5 л/с. В целом водообильность пород в зонах тектонических нарушений выше, чем в ненарушенной зоне [4].

Результаты статистической обработки физико-механических свойств граносиенитов месторождения Гужумсай горизонтов +660 и +600 м показывают их механические свойства и взаимосвязь с коэффициентом изменчивости. Так, среднеквадратичное отклонение механических свойств изменяется в пределах 0,01–13,2 и коэффициент изменчивости показателя составляет 0,18–30,9. Физические свойства горных пород граносиенитов среднеквадратичного отклонения изменяются от 0,061 до 1,00 и коэффициент изменчивости показателя составляет 2,2–100,76 [1].

Методы исследования. Гидрогеологическое исследование подземных горных выработок шахты

№ 1 и режимные наблюдения за водопритоками показали, что основными поступлениями подземных вод в выработки являются зоны тектонических нарушений, дробления и повышенной трещиноватости, т. е. трещинно-жильные воды [10].

На горизонтах +780, +720, +660 и +600 м по шахте № 1 наблюдения общий водоприток составляет от 35,7 до 136,0 л/с (рис. 2).

На горизонтах +660 и +600 м по шахте НТС-5Г наблюдения за водопритоками проводятся с 2017 г. За период наблюдений за водопритоками по шахте НТС-5Г произошли изменения: горизонт +660 м от 23,8 (июнь) до 18,4 л/с (март); горизонт +600 м от 3,5 (июнь) до 30 л/с (март) (рис. 3) [3].

Трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений. Гидрогеологические структуры обводненных разломов отличаются от других тем, что трещинно-жильные подземные воды движутся преимущественно в крутопадающих разрывных дислокациях, секущих породы фундамента.

Проведение комплексного мониторинга гидрогеологических условий месторождения позволяет своевременно выявить основные источники питания подземных вод (ПВ), в частности по региональным поверхностным разломам или атмосферным осадкам, фильтрующиеся по саям, где имеются выходы коренных отложений, а также питание, возможное за пределами месторождения по скрытым водоносным горизонтам.

В настоящее время требуется применение современных методов, таких как геофизические исследования по скважинам (ГИС). Рационально комплексный метод (каротаж скважины) позволяет определить плотность горных пород по площади и глубине, что позволяет составить карту плотности горных пород месторождения. Кроме того, превентивные меры для ликвидации процессов с оценкой их развития, а также выдача рекомендации для

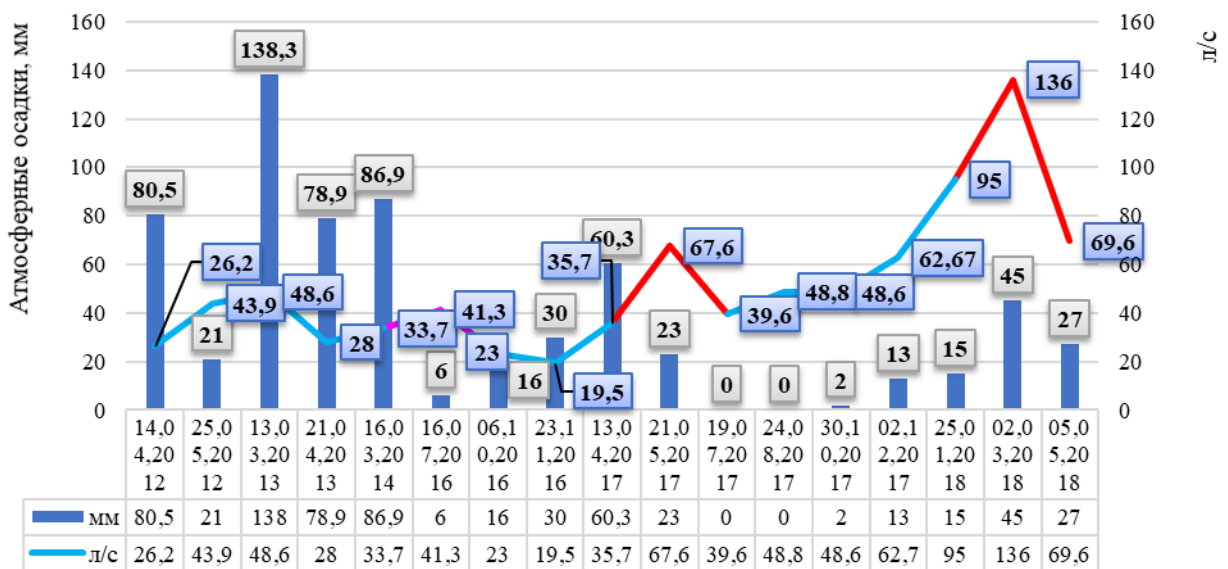


Рис. 2. Сопоставительный график изменения расхода воды в подземных горных выработках месторождения Гужумсай с атмосферными осадками

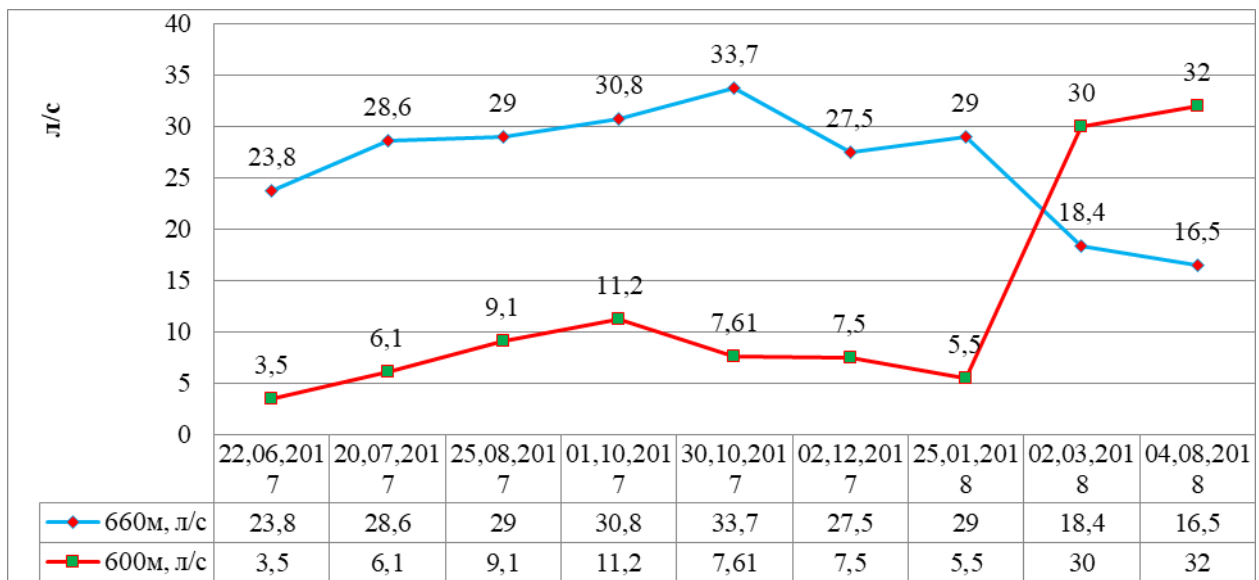


Рис. 3. График изменения расхода воды водопритоков в горные выработки месторождения Гужумсай

эффективного и безопасного проведения горно-добычных работ. На данном этапе применение ГИС технологий, освоение и применение 3D модели необходимо доработать и довести до логического завершения применительно к МТПИ.

Обсуждение результатов. В обводнении подземных горных выработок будут участвовать в основном трещинно-грунтовые и трещинно-жильные воды палеозойских пород. Грунтовые воды неоген-четвертичных отложений тоже принимают участие в обводнении горных выработок, но, в силу низких значений коэффициентов фильтрации коренных пород поступление их в горные выработки ограничено, несмотря на существенные запасы грунтовых вод. Грунтовые воды неоген-четвертичных отложений поступают в горные выработки главным образом через зоны тектонических нарушений, обладающие более высокими коэффициентами фильтрации.

Трещиноватость – одна из важнейших характеристик массивов скальных и полускальных пород, определяющая:

- воду и газопроницаемость пород;
- прочностные и деформационные свойства массива;
- развитие гидрогеологических и инженерно-геологических процессов.

Для получения качественных и количественных показателей трещиноватости пород использовалась статическая обработка полученных полевых и лабораторных результатов. Итогом обработки является анализ взаимосвязи трещиноватости со структурами района работ и ее влияния на устойчивость подземных горных выработок [5].

На Гужумсайском месторождении основное развитие получили тектонические трещины, кроме того, имеются трещины разгрузки и искусственного

происхождения. Тектонические трещины представлены трещинами отрыва. Трещины отрыва крутонаклонные, вертикальные, способствуют образованию вывалов. Искусственные трещины возникли под влиянием выветривания и взрывных работ.

Трещины отрыва крутонаклонные, вертикальные, способствуют образованию вывалов. Большая часть трещин заполнена кварцем, хлоритом, окислами железа или перетертым материалом. Искусственные (техногенные) трещины возникли под влиянием взрывных работ и горного давления. Они обычно пологие, горизонтальные, с углом падения 40–45°.

При разведке месторождения твердых полезных ископаемых физико-механическим свойствам горных пород уделяется важное значение. Это связано с тем, что физико-механические свойства горных пород зависят от конструкции горных выработок, их устойчивости, развития разнообразных неблагоприятных геологических явлений, обводненности, горных выработок, а также от выбора способа вскрытия и системы разработки месторождения и, в целом, условий ведения горных работ. Следовательно, показатели этих свойств позволят количественно и качественно оценить горные породы, а также развитие неблагоприятных геологических процессов.

Петрографические свойства горных пород – важная характеристика геологического строения, определяющая особенности физико-механических свойств, устойчивости и поведения в горных выработках.

На прочностные характеристики горных пород в основном влияет микротрещиноватость и наличие темноцветных минералов (биотита, роговой обманки), которые часто преобразованы вторичными процессами, т. е. они хлоритизированы, иногда замещаются карбонатом и гидрослюдой.

Технология проходки горных выработок в трещиноватых породах (в зонах дробления):

- при обнаружении (горнопроходческими работами) зон дробления и разрывных нарушений пробурить наклонные, опережающие скважины глубиной 10–15 м;

- в забое по опережающим наклонным в скважине можно провести комплекс геофизических исследований (ГИС): акустический, гамма-каротаж, кажущееся удельное электрическое сопротивление пор и др. Эти исследования позволяют определить трещиноватость, водоносность горных пород и минерализацию подземных вод.

ГИС использование дополнительных модулей для трехмерного моделирования геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических процессов позволяет изменить научно-прикладные подходы общих исследований, которые применяют относительно недавно. При этом требуется постановка новых задач и разработка новых подходов в исследованиях гидрогеологических и инженерно-геологических процессов с учетом исследования (рис. 4).

Для более корректного отображения некоторых особенностей геологического строения месторождения Гужумсай по геологической и тектонической картам проводилась оцифровка объектов. Линии направлений разрывных нарушений отображают линейные структуры участка. Также оцифровывались данные полевых измерений трещиноватости, распространения осыпей, расположения выклинивания подземных вод, родников и др.

В центре месторождения Гужумсай проходит временный водоток Чармитансай, сложенный осадочным четвертично-неогеновым чехлом ($Q+N_2^3$) мощностью 100–125 м, который служит источником питания трещинных вод палеозоя.

По геологоразведочным данным и гидрогеологическим работам Центральный разлом (в виде «Конского» хвоста) пересекает Чармитансай в 500 м (на север) от пос. Чармитан (общеежитие – гостиница). Выявлены на обводненность месторождения, которые существенно влияют на разрывные нарушения, получившие широкое развитие на площади месторождения. Крупные тектонические нарушения, пересекающие скальные палеозойские породы, обычно сопровождаются зонами дробления и брекчирования и служат проводниками между водоносными комплексами неоген-четвертичного возраста палеозоя.

Дренирование подземных вод в нижних глубоких горизонтах в естественных условиях должно уменьшать расход воды, а в этих условиях наоборот – расход воды увеличивается, т. к. происходит влияние техногенных факторов, что осложняет горнопроходческие работы в связи с увеличением водопритока в горные выработки. Можно установить, как приток питает подземные воды на нижних глубоких горизонтах. На природной поверхности разреза при наличии двух-трех штольневых горизонтов, откачка всех подземных вод должна производиться по отдельности из каждого штольневого горизонта.

Инженерно-геологические процессы, развитые при подземном способе разработки, факторы и причины формирования сводятся к следующему: при подземной разведке и разработке месторождения полезных ископаемых широкое развитие получили образования обрушения, провалы и вывалы горных пород.

По приуроченности обрушения унаследованы от горизонтальных и наклонных горных выработок и образуются:

- обрушения кровли горных выработок, которые приобретают куполообразную форму;

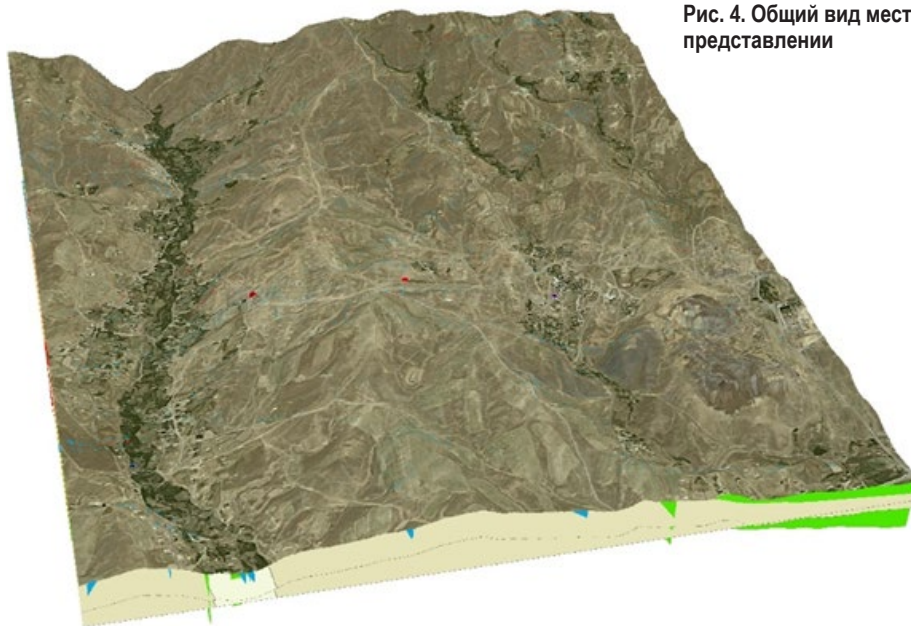


Рис. 4. Общий вид месторождения Гужумсай в трехмерном представлении

– большинство обрушений зоны – сложные сильнотрещиноватые среднеблочные типы пород, их падение параллельно оси выработок. Основная система трещин направлена диагонально или параллельно к горным (продольным) выработкам. Часто деформируемая толща тяготеет к зонам разрывных нарушений и дроблений;

– вывалы связаны с геолого-тектоническими условиями (пространствами), прилегающими к кровле и стенкам подземных горизонтальных выработок, а их форма и размеры определяются шириной и высотой пролета выработки, густой сетью трещин, образующих хаотические формы разрыхления, которые тесно связаны металлогенической разностью пород как углисто-сланцевые;

– провалы воронки формируются в неглубоко заложенных горизонтальных горных выработках, проходящих вдоль зоны дробления разломов, круто залегающих рудных тел и при наличии разломов в верхних частях.

Отработанные рудные зоны образуют воронки обрушения, дальнейшее развитие которых в более глубоких горизонтах формируют мульды сдвигания. Ослабленными зонами являются тектонические разрывы и крупные трещины, а также межконтактные прослои. Они в основном

расположены вертикально или под косым углом относительно выработанного пространства.

На поверхности месторождения развиваются различные виды деформации и типы смещения. Эти провалы горных пород, воронки обрушения взаимосвязаны и могут развиваться последовательно. Провалы горных пород формируются на тех участках, где горные выработки заложены на небольших глубоких разломах вдоль зон дробления, над верхней частью отработанных жильных зон вызывают воронки обрушения.

В районе от шахты № 1 месторождения Гужумсай 10 октября 2017 г. в 300–400 м проявилась провальная воронка (рис. 5). Ее признак – образование трещин на поверхности в толще лессовидных суглинков диаметром 30–40 м, глубиной захвата до первого горизонта 80–100 м.

Процесс проявился за сутки. Со временем за пределами воронок началось образование дугообразных трещин, усатые воронки начали обрушаться. Выявление и оценка условий формирования существующей провальной воронки, место развития, а также изучение геолого-тектонического блокового строения рудной зоны и других участков в целом дает возможность полагать, что на аналогичных участках при отработке горнодобычных работ возможно проявление крупных деформаций

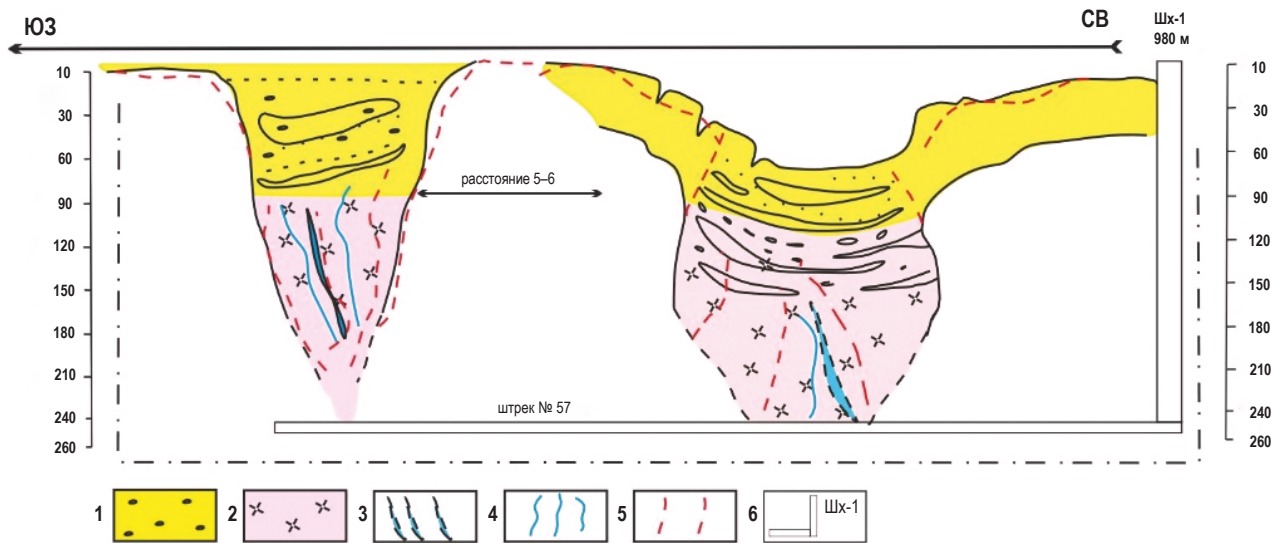


Рис. 5. Вид провальных воронок

1 – неоген-четвертичные отложения; 2 – граносиенитовые породы; 3 – рудные тела; 4 – кварцевые тела; 5 – тектонические разломы; 6 – горные выработки

в виде внезапного проседания большого объема породных масс.

Рекомендации по водопонижению превентивных мер и ликвидации водопритоков в горные выработки месторождения.

А. Первоочередные превентивные меры безопасности для безотлагательной проходки горных выработок сложных гидрогеологических и инженерно-геологических условий. Основные причины затопления призабойных участков месторождения Гужумсай.

1. Нарушение технологии горных выработок на горизонтах +820, +780 и +720 м, водосборники не зацементированы, что является причиной инфильтрации в нижние горизонты; шахтные воды самотеком собираются в водосборниках по наклонным горным выработкам без цементации – это ежедневные системные выполнения; происходит длительное накопление воды в водосборниках во всех горизонтах; система откачки с горизонта на другой горизонт создает условия мероприятия. Круговая циркуляция (горизонты +820, +780, +720, +660 и +600 м) по подземным выработкам. С учетом реальных условий нужно проработать откачку на прямую поверхность.

2. Установлено, что основное питание водами месторождения Гужумсай осуществляется по региональным приповерхностным разломам и, возможно, скрытым субмеридиональным направлениям по долине р. Гужумсай, которые начинаются с южного склона по выходам силурийских отложений по хребту Северной Нураты.

3. При подземных горнопроходческих работах (и особенно взрывных работ) изменяются природные гидрогеологические условия: появляются искусственные трещины (мощность достигает 3–4 м от стенок выработок), которые способствуют и ускоряют выклинивание подземных вод до 10–15 л/с, при сравнительно большом уклоне подземных горных выработок (особенно в транспортном штреке) рудничные воды скапливаются (самотеком) в забое штолен, что приводит к подтоплению последних, а это затрудняет горнопроходческие работы.

Б. Заблаговременное предупреждение и ликвидация водопритоков в горные выработки. Наибольшим затруднением при подземной проходке горных выработок является водоприток, отличающийся быстрым развитием. Определить заранее место (интервал) проявления подземных вод и их количественные показатели (расход водопритока) можно только в процессе проходки выработок и по крупномасштабным исследованиям.

Для предупреждения (и ликвидации) изменения гидрогеологических и инженерно-геологических условий при горнопроходческих работах на глубоких горизонтах месторождения Гужумсай необходима информация, которую можно получить при проведении мониторинга подземных вод: расход воды в штольневых горизонтах, наблюдение за уровнем подземных вод по гидрогеологическим скважинам и направлением их движения. Эти качественный и количественный показатели под-

земных вод дают возможность предсказать увеличение расходов воды в местах разломов и зон дробления, осложняющее ведение горнопроходческих работ. В конечном итоге можно корректировать безопасные проектные решения и направления горнопроходческих работ. Это позволяет оценить состояние изменения гидрогеологических и инженерно-геологических условий для изменения обстановки при горнопроходческих работах, и чтобы принять своевременные неотложные меры о ликвидации непредвиденных ситуаций: прорыв подземных вод в горные выработки, а также влияние взрывов на горнотехнические условия эксплуатации. По массивам горных выработок дополнительно создаются техногенные трещины длиной 5–10 см, что создает благоприятные условия для выклинивания инфильтрации воды и концентрации подземных вод в отдельных интервалах проектируемых линий горнопроходческих работ. При проходке возможны пересечение зон дробления и выход подземных вод до 7–10 л/с.

Места возможного локального накопления подземных вод заранее предсказать трудно. Это связано со многими факторами: взаимодействием поверхностных вод с подземными, с разрывными нарушениями, а также с перетеканием воды с верхнего водоносного горизонта в нижний; изменением естественно природных условий, являющихся основными факторами, причиной обводнения и прорыва воды, которые затрудняют проходку подземных горных выработок.

В. Своевременные практические рекомендации по способам осушения (ликвидации) водопритоков в забоях штольни горизонтов +660 и +600 м.

1. Горизонты +820, +780 и +720 м осушить насосами.

2. Для стока воды по штольневые горизонты предусмотреть съемные лотки для регулирования сточных вод или водопроводные трубы. Съемные лотки необходимы в случае внезапного притока воды в забой с большим расходом до 15 л/с и для изоляции с нижними горизонтами.

3. В процессе проходческих работ необходимо (зона дробления) пробурить опережающие скважины в забое штолен глубиной 10–15 м. Это позволит заблаговременно обнаружить возможные обводненные участки (со временем расход подземных вод изменяется и снижается).

4. Участки с большим водопритоком нельзя тампонируют (цементом) во избежание их прорыва в другом месте.

5. Водоотлив из горных выработок следует вести круглосуточно.

6. Изоляция горных выработок от поверхностных вод, питающих региональные разломы: промежуточное, Центральный и др. Изолировать места выходов на поверхность коренных пород с разрывными нарушениями в зонах дробления.

7. Проведение осушительных мероприятий в процессе эксплуатации месторождения (осушения из горных выработок), снижение уровня (или напора) подземных вод в процессе эксплуатации

может быть произведено с помощью различных дренажных устройств:

1) опережающих скважин, пробуренных горизонтально в забое штолен на глубину (длину) 10–15 м. Это позволяет заблаговременно обнаружить обводненные участки (мы считаем, что вода в скважине (в забое) должна изливаться из трещин естественно (не тампонировать). Кроме того, для откачки воды необходимо предусмотреть водосборный колодец глубиной 1–3 м (вдоль борта выработки) для откачки воды;

2) необходимо строить дренажные каналы, которые располагаются посередине выработок;

3) можно испытать эффективность понижающих колодцев, которые находятся в подошве штреков (штолен) на глубине 2–4 м (диаметр их – 152 мм, расстояние между скважинами 5–10 м) с последующей откачкой воды из них. Понижающие колодцы рекомендуется закладывать при пересечении выработками зон дробления (вблизи от забоя).

8. На месторождениях, где возможны прорывы больших масс воды на сильно дробленных участках, необходимо переводить рудники на так называемый «водный режим», предусматривающий проведение ряда мер, в значительной степени защищающие горные выработки от затопления. Это – четкая организация водоотлива под усиленным надзором, наличие резервного насосного парка достаточной мощностью на случай прорыва больших масс трещинно-жильных вод.

Водосборники на таких месторождениях должны иметь достаточную емкость для приема увеличенного притока. Все устройства, предназначенные для борьбы колодца с подземными водами: насосный парк рудника, водосборные колодцы, водонепроницаемые перемычки, водосточные каналы и пр. должны содержаться в полном порядке. Таким образом, организация мощного, непрерывного водоотлива приводит к созданию на месторождении обширной воронки депрессии.

9. Для разработки рекомендаций по водопонижению, предупреждению и ликвидации водоприток горные выработки нижних и глубоких горизонтов месторождения Гужумсай необходимо провести длительный мониторинг (3–4 года) подземных вод и горных выработок, осуществить детальные инженерно-гидрогеологические исследования по структурно-тектоническому строению рудного поля для установления взаимосвязи поверхностных и подземных вод и их влияния на горные выработки глубоких горизонтов, а также проанализировать и обобщить гидрогеологическую и инженерно-геологическую информацию с начала эксплуатации (промышленного освоения) месторождения Гужумсай. Это позволит составить математическую, геомеханическую и геофильтрационную модели, которые являются основной разработкой.

Заключение. Анализ, обобщение и комплексное изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения позволит установить и выявить увеличение водопритока

в добычные штольневые горизонты, заблаговременно принять необходимые меры безопасности горнопроходческих работ.

Водопонижение притоков в горных выработках основывается на систематическом обследовании поверхности пород подземных горных выработок месторождения в местах выхода коренных пород, водозаборных площадей и т. д. Результаты обследований позволяют оценить состояние пройденных подземных горных выработок и возможные гидрогеологические и инженерно-геологические процессы при планировании горнодобычных работ на перспективных площадях.

Превентивные меры и ликвидация водоприток, осложняющих проходку горно-добычных работ, а также оценка обстановки имеет рекомендательный характер, позволяющий своевременно предусмотреть защитные меры, ограничивающие и исключающие негативные явления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арипова Ф. М., Мирасланов М. М. и др. Физико-механические свойства горных пород рудных месторождений Узбекистана. – Ташкент: ГП «ГИДРОИНГЕО», 2006. – 223 с.
2. Исоков М. У., Зималина В. Я., Колоскова С. М. Условия размещения золотого оруденения, методика и достоверность разведки на примере месторождения Гужумсай. – Ташкент: ГП «НИИМР», 2013. – 185 с.
3. Курбанов Э. Ш. Гидрогеологические и инженерно-геологические процессы на месторождении Гужумсай // Геология и минеральные ресурсы. – 2019. – № 5. – С. 67–70.
4. Курбанов Э. Ш. Прогнозирование зон формирования гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в связи с подземной разработкой месторождений твердых полезных ископаемых Нурата-Зарафшанского горнорудного района // Разведка и охрана недр. – 2021. – № 11. – С. 34–39.
5. Меликулов Р. А., Худойкулов А. А. Особенности развития провальных воронок юго-западной территории Узбекистана и основные факторы их формирования // Мат-лы I Междунар. науч.-техн. конф. «Роль науки и практики в усилении устойчивости и актуализации управления рисками проявления экзогенных геологических процессов». – Ташкент: ГП «ИМР», 2019. – С. 47–51.
6. Мирасланов М. М. Инженерная геология, гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых Узбекистана. – Ташкент: ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», 2011. – С. 100–164.
7. Мирасланов М. М., Закиров М. М. Инженерно-геологические процессы, развитие на месторождениях твердых полезных ископаемых Узбекистана: оценка и прогноз. – Ташкент, 2015. – 166 с.
8. Abdurakhmanov B. M. Hydrogeological and engineering-geological processes in «Khandizan» deposit // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. – INDIA, 2018 (September–December). – Pp. 92–98.
9. Kurbanov E. Sh. Engineering and geological conditions for the stability of mine workings during development (for example, the tungsten deposit Khodjadik) // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. – INDIA, 2020 (May–August). – Pp. 158–163.
10. Kurbanov E. Sh., Akhunjanov A. M., Isomiddinov Ya. Ya. Hydrogeological and engineering-geological conditions of the Guzhusmay deposit // International Journal

of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. – INDIA, 2020 (September–December). – Pp. 31–34.

REFERENCES

1. Aripova F. M., Miraslanov M. M. et al. Fiziko-mehaniicheskie svoystva gornyh porod rudnyh mestorozhdenij Uzbekistana. Tashkent, GP «GIDROINGEO», 2006, 223 p.
2. Isokov M. U., Zimalina V. Ya., Koloskova S. M. Uslovija razmeshhenija zolotogo orudnenija, metodika i dostovernost' razvedki na primere mestorozhdenija Guzhumsaj. Tashkent, GP «NIIMR», 2013, 185 p.
3. Kurbanov E. Sh. Gidrogeologicheskie i inzhenerno-geologicheskie processy na mestorozhdenii Guzhumsaj. *Geologija i mineral'nye resursy*, 2019, no. 5, pp. 67–70.
4. Kurbanov E. Sh. Prognozirovanie zon formirovanija gidrogeologicheskikh i inzhenerno-geologicheskikh processov v svjazi s podzemnoj razrabotkoj mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh Nurata-Zarafshanskogo gomorudnogo rajona. *Razvedka i ohrana neдр*, 2021, no. 11, pp. 34–39.
5. Melikulov R. A., Hudojkulov A. A. Osobennosti razvitija proval'nyh voronok jugo-zapadnoj territorii Uzbekistana i osnovnye faktory ih formirovanija. *Mat-ly I Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. «Rol' nauki i praktiki v usilenii ustojchivosti i aktualizacii upravlenija riskami projavljenija jekzogennyh geologicheskikh processov»*. Tashkent, GP «IMR», 2019, pp. 47–51.
6. Miraslanov M. M. Inzhenernaja geologija, gidrogeologija mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh Uzbekistana. Tashkent, GP «Institut GIDROINGEO», 2011, pp. 100–164.
7. Miraslanov M. M., Zakirov M. M. Inzhenerno-geologicheskie processy, razvitye na mestorozhdenijah tvjordyh poleznyh iskopaemyh Uzbekistana: ocenka i prognoz. Tashkent, 2015, 166 p.
8. Abdurakhmanov B. M. Hydrogeological and engineering-geological processes in «Khandiza» deposit. *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. INDIA*, 2018 (September–December), pp. 92–98.
9. Kurbanov E. Sh. Engineering and geological conditions for the stability of mine workings during development (for example, the tungsten deposit Khodjadik). *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. INDIA*, 2020 (May–August), pp. 158–163.
10. Kurbanov E. Sh., Akhunjanov A. M., Isomiddinov Ya. Ya. Hydrogeological and engineering-geological conditions of the Guzhumsay deposit. *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. INDIA*, 2020 (September–December), pp. 31–34.

Курбанов Элбой Шавкатович – доктор философии геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»¹. <elboy.qurbonov@mail.ru>

Ахунжанов Алимжан Махмуджанович – канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»¹.

Абдурахманов Батир Мирзапович – зав. лабораторией, ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»¹. <abdurakhmanov.b60@mail.ru>
Каюмов Абдубоки Джалилович – доктор техн. наук, профессор, ТГТУ².

Kurbanov Elboy Shavkatovich – Doctor of Philosophy of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, SE «Institute GIDROINGEO»¹. <elboy.qurbonov@mail.ru>

Akhunzhanov Alimzhan Mahmudzhanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, SE «Institute GIDROINGEO»¹.

Abdurakhmanov Batir Mirzapovich – Head of Laboratory, SE «Institute GIDROINGEO»¹. <abdurakhmanov.b60@mail.ru>
Kayumov Abdubogiq Dzhallilovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, TSTU².

¹ Институт гидрогеологии и инженерной геологии (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»). Ул. Олимлар, 64, Ташкент, Узбекистан, 100041.

Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (SE «Institute GIDROINGEO»). 64 Ul. Olimlar, Tashkent, Uzbekistan, 100041.

² Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова (ТГТУ). Университетская ул., 2, Ташкент, Узбекистан, 100095.

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (TSTU). 2 Universitetskaya ul., Tashkent, Uzbekistan, 100095.