

Особенности инженерно-геологических условий при разработке месторождений твердых полезных ископаемых Центрально-Кызылкумского горнопромышленного района

В статье выявляются особенности инженерно-геологических условий при разработке глубоких горизонтов месторождений твердых полезных ископаемых Центрально-Кызылкумского горнопромышленного района. Приведены общие сведения о Центрально-Кызылкумском горнопромышленном районе. Выявлены особенности геологического строения (переслаивания, блочности) района, дана гидрогеологическая и инженерно-геологическая характеристика условий района. Распространение разрывных нарушений связано с деформациями сбросо-сдвигового типа, представленными серией сближенных трещин и зон дробления. В пределах месторождений Центральных Кызылкумов обобщены развитые тектонические трещины. Проанализированы физико-механические свойства горных пород некоторых месторождений и их изменение с глубиной. Проведена оценка изменения геологической среды при открытой и подземной разработке месторождений полезных ископаемых Центрально-Кызылкумского горнопромышленного района. Проанализировано развитие инженерно-геологических и экзогенно-геологических процессов в естественных условиях Центрально-Кызылкумского горнопромышленного района.

Ключевые слова: глубокий горизонт, обрушения, вывалы, обвалы, оползни, дефляция, выветривание, карст, дезинтеграция пород, зоны дробления, разрывные нарушения, тектонические трещины.

Введение

Промышленное освоение пустыни Кызылкумы началось, в основном, с 1958 года, после организации Навоийского горно-металлургического комбината, занимающегося первоначально добычей и переработкой урановых руд, а с 1969 года добычей и переработкой золото-содержащих руд. С 1960 года формируется Навои-Кызылкумский промышленный район с городами: Навои, Зарафшан, Учкудук, Тамдыбулак, Газли, которые развиваются на базе добычи и использовании полезных ископаемых и газа.

В центральной наиболее изученной с геологической точки зрения части Кызылкумы представляют каменистую равнину с общим уклоном на Северо-Запад, в значительной степени покрытую золотыми песками. Абсолютные отметки на равнине колеблются от 100 до 200-300 м. Разобщенные останцовые горные возвышенности не превышают абсолютные высоты в 1000 м. Главными из них в Центральных Кызылкумах являются Букантау, (764 м), Джетынтау (571), Тамдытау (922 м), Ауминзатау (639 м), Кульджуктау (785 м) и др. Эти горы большей частью с выровненными скалистыми, сильно расчлененными склонами, которые сложены домезо-кайнозойскими отложениями. Возвышенности разделены обширными межгорными пространствами с характерными для них бессточными дефляционными котловинами и отложениями золотых песков. Самой значительной впадиной является Минбулакская с минимальной абсолютной отметкой – 16 м (Арипова и др., 2006).

Поверхностный сток формируется во время ливней в течение нескольких дней. Горные сооружения, в пределах золоторудных районов, сложены мощной толщей сильно дислоцированных осадков и представляют со-

бой неравномерно метаморфизованную ассоциацию углеродисто-терригенных, кремнисто-доломитизированных, эффузивных и собственно карбонатных палеозойских пород.

В Центрально-Кызылкумском горнорудном районе, ввиду разобщенности и неглубокого залегания залежей руды, отработка их производится отдельными карьерами глубиной 60-100 м и 300-500 м и иногда комбинируется с подземной разработкой.

Температурный режим района, а также режим ветров сказывается на интенсификации процессов выветривания в обнаженных породах уступов карьеров.

В геологическом строении данного региона принимают участие породы почти структурных этажей (от допалеозойского до альпийского). Здесь толщи представлены переслаиванием известняков с кремнистыми сланцами, рассланцованными песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами и др.

Чёткой ритмичности перечисленных разностей пород не отмечается. Главная черта рудовмещающей толщи – частота переслаивания пород; неравномерно проявленные вторичные изменения в них, различающиеся физико-механическими свойствами и составом, усложняют инженерно-геологические условия месторождения.

Вскрышные толщи в большинстве своем крепкие, прочные, но наличие прослоев слабых пород глинистых разностей сланцев, мощность которых изменяется от нескольких миллиметров до 10-15 см, в сочетании с тектоническими нарушениями снижают прочность массива, поскольку по ним наблюдается уменьшение жестких связей.

Большинство разрывных нарушений относятся также к деформациям сбросо-сдвигового типа, представленным серией сближенных трещин и зон дробления. В пределах

месторождений Центральных Кызылкумов в толще широко развиты (относительно) непротяженные тектонические трещины, среди которых выделяются трещины отслоения, отрыва и скола. Первые локализованы преимущественно в пачках с тонким переслаиванием песчаников, алевролитов и сланцев, к ним приурочены многочисленные прожилки кварца. На месторождении кварцевые образования отличаются весьма сложной морфологией, обусловленной сочетанием как секущих, так и согласных элементов структуры. Сульфидная минерализация приурочена к более правильным, обычно маломощным секущим прожилкам. В целом, особенности рудных полей данного региона в тектоническом отношении заключаются в приуроченности их к крупной антиклинальной и синклиналиной структурам, сочетающимся с дизъюнктивными нарушениями.

В основном разрывные нарушения в данном регионе представлены тремя основными системами:

а) запад-северо-западное субширотное направление, которое выражено в виде крупных зон дробления, имеющих преимущественно северное простирание под углом 65-75°;

б) северо-восточное направление, являющееся основной системой диагональных (поперечных) нарушений в отношении бортов карьера, которые представлены менее мощными и более протяженными по сравнению с первой системой зонами дроблений;

в) север, северо-западное субмеридиональное простирание по сравнению с другими, распространенными значительно реже, развитыми в центральной части рудного поля, с мощностью зон дробления не более 0,5-0,7 м.

Инженерно-геологические и гидрогеологические условия разработки глубоких горизонтов месторождений полезных ископаемых в значительной степени предопределены палеогеографическими условиями накопления осадков, историей тектонического развития района, особенностью морфологий склонов и земной поверхности, глубиной залегания полезного ископаемого (Мирасланов, Ахунжанов, 1985).

Инженерно-геологические условия. По инженерно-геологическим условиям разработки месторождения данного региона относятся к сложному типу, где породы залегают с крутым падением и частым чередованием различных литологических разностей, не выдержанных по мощности и простиранию, широким развитием зон расланцевания и перемятия пород, наличием разрывных нарушений с зонами дробления.

Выявление инженерно-геологических процессов при открытой разработке. В ряде месторождений Центральных Кызылкумов, представленных частым переслаиванием сланцев различного состава и песчано-сланцевыми толщами, обрушения пород часто связаны с наличием прослоев слабых пород, мелких складок на синклиналиных структурах и с превышением в отдельных случаях устойчивых параметров выработок. Часто обрушения приурочены к узлам пересечения двух или нескольких разломов, а в местах, где серией трещин образуется мощная зона дробления, при её водонасыщении объемы наибольшие. Также обрушения могут быть приурочены к местам развития мелких дизъюнктивных складчатых структур при подсечении их горными выработками,

где трещины, в основном, крутопадающие (60-70°). Объемы обрушившихся масс небольшие – 3,5-6,0 м³. Кроме обрушений широко развиты вывалы горных пород. Их образование также связано с разрывными нарушениями и крупными трещинами, часто ориентированными параллельно выработкам. Встречаются они во всех горных выработках, объемы их незначительные – от 1-2 м³ до 10-15 м³. Возникают они и на контактах рудоносных и вмещающих пород. Незначительные по объемам вывалы пород (0,7-1,0 м³) по слоистости часто наблюдаются в песчано-сланцевых толщах. Также в песчано-сланцевых толщах на шахтных горизонтах наблюдаются вывалы пород по трещинам, заполненным глиной трения, или по тонким прослоям слабых пород (Фозиллов, 2013а). Объем вывалов небольшой – 3-5 м³.

Таким образом, большинство обрушений на месторождениях приурочено к разрывным нарушениям с мощными зонами дробления местами пересечения крупных трещин с маломощной глиной трения, к контактам рудоносных и вмещающих местами водообильных пород. Объем их изменяется от 1-2 м³ до 80 м³ и более.

Вывалы пород имеют меньшие объемы – от 2-3 до 15 м³, но широко распространены. Чаще они приурочены к крутым тектоническим трещинам, зонам расланцевания, контактам пород в местах повышенного увлажнения. Все виды деформации приводят к перебоям горно-эксплуатационных работ, а также к дополнительным затратам по обеспечению безопасности в подземных и открытых выработках.

Инженерно-геологические условия месторождений полезных ископаемых в пустынных зонах характеризуются своими специфическими особенностями, связанными с природными условиями, историей развития района и литолого-тектоническими условиями. Деформации бортов карьеров и подземных выработок, препятствующие нормальной разработке полезных ископаемых, в значительной степени зависят от литолого-тектонических условий месторождения.

В геологическом строении района принимают участие девонские и силурийские отложения, представленные литологически неоднородными метаморфизованными осадочными породами Тасказганской и Бесаянкой свит, сложенных алевролитами, углисто-сланцевыми сланцами, углеродисто-кремнистыми и филлитовидными сланцами, песчаниками кварцевого состава и другими породами, залегающими более круто, невыдержанными по мощности и простиранию с широким развитием зон расланцевания и перемятия пород, с наличием разрывных нарушений, зон дробления. На месторождениях большинство тектонических нарушений типа надвигов, сбросов, сдвигов имеют преимущественно северо-восточное и северо-западное простирание, крутое падение и относительно небольшие амплитуды смещений. Зоны дробления, мощность которых иногда достигает 10 и более метров, с глинистым материалом, составляющим 24-53 %, независимо от расположения по отношению к бортам карьеров или горных выработок, являются потенциально неустойчивыми участками, при вскрытии которых на бортах могут развиваться осыпно-обвальные явления.

На участках, где разрывные нарушения имеют зоны дробления менее одного метра, основную роль будет иг-

рять их расположение по отношению к бортам карьера. Таким образом, степень влияния разрывных нарушений на устойчивость откосов зависит от их ориентировки относительно борта карьера. Во многих случаях некоторые особенности литолого-тектонических условий месторождения являются факторами образования инженерно-геологических процессов (обвалы, осыпи, обрушения и др.), осложняющих отработку месторождений.

Обрушения, наряду с разрывными нарушениями, часто приурочиваются к контакту углисто-слюдистых сланцев, крутопадающих в сторону вырабатываемого пространства. Наиболее крупные обрушения формируются на участках бортов карьера в местах разрывных нарушений сбросо-сдвигового характера, объем которых 500-600 м³. Крупно-глыбовые обрушения развиваются при обнажении в сводовой части разрывных нарушений и на тех участках, где уступы расположены висячем боку разлома. Мелкообломочные обрушения (100-150 м³) наблюдаются в зонах дробления разломов, особенно в углисто-слюдистых сланцах (Мирасланов, Ахунжанов, 1985; Фозилов, 2013а; Мирасланов, Фозилов, 2012).

Интенсивность развития обрушений в сланцевых толщах обусловлена обводненностью массива и скоростью выветривания. Там, где карьерное поле сдренировано шахтными горизонтами, обрушения на бортах наблюдаются реже. При резком колебании суточной температуры сланцевая толща сильно подвергается выветриванию. Преимущественно развито физическое выветривание, определяемое пустынно-засушливым климатом района с жарким (среднемесячная температура +35,8°) летом и холодной зимой, где морозные дни превышают 50 дней в году (ниже -5°С) с колебанием суточной температуры поверхности почвы до 60-70°, воздуха до 40-45°. Восточные ветры, дующие около 300 дней в году со скоростью 3,3-6,5 м/с, преимущественно северо-западного направления, способствуют выдуванию в откосах заполнителей трещин, раскрытию их и образованию обрушений и осыпных явлений на уступах. Интенсивность осыпания зависит от литологического типа пород. Так, сланцевые толщи более подвержены выветриванию, чем алевролиты и песчаники. Во всех разновидностях пород в зонах тектонических нарушений осыпные массы в 1,5-2,0 раза больше, чем на других участках.

Таким образом, исследования деформации горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых показывают, что на формирование крупных инженерно-геологических процессов влияют в основном расположение разрывных нарушений относительно вскрытой поверхности бортов карьеров и степень литологической расчлененности массива. Самыми неблагоприятными в отношении устойчивости являются углы наклона разрывных нарушений и падения пластов, близкие к углам заложения бортов. Когда такие нарушения расположены перпендикулярно к бортам разреза, на общую устойчивость массива существенного влияния они не оказывают. Только при обнажениях на бортах могут образоваться небольшие местные осыпные явления.

Подземные горные выработки отрабатываются камерной системой, представляющей собой штольни, штреки и расщели.

В пределах месторождения Ауминза-Бельтауского гор-

ного массива большинство обрушений приурочено к контактной зоне углеродисто-кремнистых сланцев с филлитовидными, к зонам крупно-глыбового дробления надвиговых разрывных нарушений в глинистых метасоматических, филлитовидных сланцах и метабазах с тектонической глиной трения.

На месторождение Тамдытау, расположенном в южной субширотной гряде Центрального Кызылкума, выявленные обрушения и вывалы горных пород в подземных выработках связаны, прежде всего, с тектонической нарушением массива, степенью его обводненности, пространственным расположением горных выработок относительно разломов, а также с системами отработки и взрывными работами.

Анализ деформаций подземных горных выработок показывает, что угол отрыва вывалившихся пород изменяется в пределах 28-60°, протяженность их по выработке – 1,5-3,3 м, объем – 2,3-6,3 м³. Крупные вывалы отмечаются у кровли выработок в глиноподобных породах, которые контактируют с углеродисто-кремнистыми сланцами. Протяженность деформаций по выработке – 6 м, глубина захвата – 3,5 м, угол отрыва – 55-60°, объем – 63 м³.

Обрушения с небольшими объемами наблюдаются в углеродисто-кремнистых сланцах на контактах с другими разновидностями пород, выполненных глиной трения. Протяженность деформаций по выработке – 2-2,3 м, глубина захвата 1,3, объем 2-3 м³.

Таким образом, крупные деформации наблюдаются в глиноподобных породах, приуроченных к контакту углеродисто-кремнистых сланцев с филлитовидными сланцами и к разрывным нарушениям, заполненным глиной трения. Объемы обрушившихся и вывалившихся пород зависят от мощности однородных деформирующихся масс, ограниченных тектоническими нарушениями, переслаивающихся с другими разновидностями пород.

Исследования показали, что если горные выработки проходят в антиклинально или синклиналино залегающих углисто-слюдистых сланцах или в местах пересечения с наклонно залегающими алевролитами, то примерно на расстоянии 3-4 м от кровли выработки происходят обрушения, и если контакт увлажненный, то процесс происходит мгновенно. Таким образом, инженерно-геологические исследования в разведочных горных выработках месторождений позволили сделать вывод, что на всех месторождениях формируются аналогичные типы деформаций. Места формирования их приурочены к разрывным нарушениям и к контактам литологических разностей пород, заполненных глиной трения. Объемы и интенсивность развития процессов на месторождениях зависят от пространственного положения переслаивавшихся толщ, разрывных нарушений и контактов горных пород относительно горных выработок, степени их обводненности, технологии ведения горных работ и др.

На месторождениях, расположенных в пределах Мурнтауского горного массива, физические показатели пород изменяются в следующих пределах: у алевролитов различного состава объемный вес – 2,56-2,71 г/см³, составляя в среднем 2,67 г/см³, удельный вес варьирует в пределах от 2,58 до 2,73 г/см³. Влажность и пористость имеют незначительные величины, соответственно, до 0,5 и 0,61 %; у сланцев углисто-кварцевого, углисто-слюдистого и др. состава

объемный вес изменяется от 2,58 до 2,73 г/см³, среднее значение – 2,69 г/см³ (Фозиллов, Холияров, 2012).

Влажность, пористость и водопоглощение сланцев различного состава изменяются соответственно в пределах от 0,28 % до 0,85 %, от 0,23 % до 88 % и от 0,11 % до 36 %.

На бортах карьеров и стенках горных выработок прочностные и деформационные показатели на 20 % ниже, чем за пределами карьерного поля или до образования выемок. За счет разгрузки и динамических воздействий взрыва на бортах карьера и стенках горных выработок формируются искусственные трещины. При этом плотность трещины увеличивается почти в два раза, вследствие этого механические характеристики пород падают до 40 %. Обычно глубина распространения искусственных трещин достигает 3 м.

В горных выработках (шахты и карьеры) могут проявиться осложнения, выражающиеся в виде оползания бортов карьеров, осыпания пород, обрушения кровли подземных выработок, выдавливания пород в выработанное пространство и т.д.

На карьерах Центральных Кызылкумов сильно развиты осыпные явления, реже обрушения и обвалы, единичные оползни. Осыпи образуются и усиливаются под влиянием дезинтеграции пород, обусловленной физическим выветриванием, и зависят от литологической принадлежности пород. Например, сланцевые толщи более подвержены выветриванию и осыпанию (более чем в 2 раза), чем алевролиты и песчаники. Во всех разновидностях пород в зонах тектонических нарушений осыпные массы в 1,5-2 раза больше по объему, чем на других участках.

На бортах карьера Мурунтау осыпной материал накапливается в нижней (подножья) части откосов. Высота рыхлых накоплений достигает 1/2 -2/3 общей высоты откосов, образуя угол естественного откоса 38-45°. Осыпные явления часто препятствуют движению транспорта.

Обрушения и обвалы в большинстве случаев приурочены к рабочим уступам карьеров. В формировании этих процессов наряду с тектоническими нарушениями основную роль играет частое переслаивание сланцевых толщ с песчаниками и другими разновидностями пород. Наиболее крупные обрушения формируются на участках бортов карьеров, где имеются разрывные нарушения сбросово-сдвигового характера. Объем обрушившихся масс достигает на таких участках до 300-400 м³. Крупно-глыбовые обрушения развиваются, в основном, висячем борту, мелкообломочные – в приразломных зонах. Объем обрушившихся масс в зависимости от геолого-тектонических условий и горнотехнических параметров карьеров изменяется от 100-150 до 300-400 м³. Обрушения, в основном, протекают мгновенно, представляя наибольшую опасность на нижележащих уступах.

Оползневые явления на карьере Мурунтау формируются довольно часто. Это связано с тем, что карьер глубокий и умеренно обводненный. Единичные оползни приурочены к лежащим бортам, где разрывные нарушения падают согласно углам падения пород и откосов. Объемы оползневых масс составляют до 94,5 тыс. м³ (Фозиллов, 2013б).

Результаты физико-механических свойств горных пород. Физические свойства пород у всех литологических разновидностей в монолитном (слабо-трещиноватом) состоя-

нии с глубиной изменяются незначительно (0,2-0,3 % и редко до 0,55 %), а в сильнотрещиноватых и в зонах дробления физические характеристики существенно отличаются от монолитной части массива: объемный вес – от 2,44 до 2,69 г/см³, влажность – от 0,46 до 0,96 %, пористость – от 0,33 до 0,9 % и водопоглощение – от 0,21 до 0,69 %.

Породы всех литологических разновидностей в образце прочные, характеризуются высокими значениями сопротивления одноосному сжатию, растяжению и коэффициента крепости: наиболее прочными (вне зон дроблений) в разрезе являются алевролиты (алевролитовые песчаники) различного состава, временное сопротивление сжатию достигает 180 МПа, а наиболее слабыми являются углисто-слюдистые сланцы, временное сопротивление сжатию не превышает 60-70 МПа, степень окварцования сильно влияет на прочность пород в массиве, где временное сопротивление сжатию в среднем повышается на 25-30 %, наиболее ослабленные места разреза приурочены к породам сильнотрещиноватых и раздробленных зон, где угол внутреннего трения в сильнотрещиноватых породах изменяется от 28 до 43°, в раздробленных породах варьирует в пределах от 18 до 35°, сцепление соответственно изменяется от 2,0 до 4,1 и от 0,8 до 2,5 МПа.

Для месторождения Дальнее физические свойства изученных отложений не имеют существенных расхождений, т.е. около 75 % породы имеют объемный вес 2,60-2,65 г/см³, 1-2 % имеют вес более 2,65 г/см³ и 23-24 % – менее 2,60 г/см³. Аналогичное изменение наблюдается в удельных весах этих разновидностей, т.е. около 80 % имеет 2,65-2,70 г/см³, 5 % менее 2,65 г/см³ и 15 % более 2,7 г/см³. Эти свойства горных пород всех литологических разновидностей с глубиной заметно не изменяются, но отмечается склонность к увеличению. Коэффициент размягчения у сильнотрещиноватых пород составляет 0,85-0,87, а слабо-трещиноватых более 0,9.

На месторождении Дальнее наиболее прочными породами (вне зон интенсивно трещиноватых пород и зон дробления) являются сиенито-диориты, гранодиорит порфиры, граниты, кварцевые порфиры, временное сопротивление сжатию которых изменяется от 75 до 240 МПа.

Прогноз инженерно-геологических процессов. На рисунке 1 представлен прогноз возможных зон формирования инженерно-геологических процессов, которые могут произойти при разработке месторождений. Прогноз выполнен для своевременного предупреждения и обоснования соответствующих мероприятий по их предотвращению или снижению негативных последствий, а также для обеспечения безопасности работы людей и механизмов.

При открытом способе разработки формируются такие типы инженерно-геологических процессов, как оползни, обрушения, обвалы, осыпи, выветривание, разуплотнение, размыв (плоскостная эрозия) и развеивание горных пород (в рыхлых отложениях) на откосах уступов бортов карьеров (Мирасланов, Фозиллов, 2012; Фозиллов, 2013б).

Рудные и рудовмещающие породы и их прочностные показатели углеродисто-кремнистых и филлитовидных сланцев изменяются в следующих пределах:

- Сопротивление сжатию – от 2 до 250, в некоторых образцах достигает 300 МПа. Самыми слабыми являются глиноподобные породы, сопротивление сжатию при естественном состоянии которых изменяется от 17,5 до

32,3 МПа. При водонасыщении их прочность падает в 2 и более раза (от 2 до 14,6 МПа).

- Динамический модуль упругости, также как и другие механические показатели пород, изменяется в зависимо-

сти от литологической изменчивости, трещиноватости и сложности: у углеродисто-кремнистых сланцев варьирует от 13436,1 до 29246,2 МПа; у филлитовидных сланцев и глинистых метасоматитов – от 12443,6 до 30450,4 МПа; у алевролитов и метабазитов варьирует от 13831,3 до 29861,7 МПа.

- Граниты, филлитовидные и углеродисто-кремнистые сланцы имеют различную прочность, у них в большем или меньшем (количестве) объеме встречаются все выделенные 5 категорий прочности.

Глиноподобные породы имеют слабую прочность и относятся к «слабой» и «низкопрочной» категориям, а у песчаников наоборот. Они, в основном, относятся к «весьма прочной» и «высокопрочной» категориям.

При разработке месторождений твердых полезных ископаемых нередко наблюдаются инженерно-геологические процессы и явления, обусловленные пластической деформацией горных пород на контурах выработок шахт и карьеров.

Проведенные исследования реологических свойств показали, что при глубинах разработки полезных ископаемых в Центральных Кызылкумах ниже 300 м возможно аналогичное выдавливание вмещающих пород в горные выработки, что отрицательно скажется на ведении горных работ. Наиболее высокой ползучестью, а следовательно, и способностью к выдавливанию в горные выработки обладают следующие породы: метаморфизованные кварцево-сланцевые аргиллиты, кварцево-углистые сланцы, филлитовидные сланцы и глиноподобная порода. В этих породах при замачивании в шахтной воде степень ползучести возрастает не во всех случаях (Фозилов, 2013а).

При длительном воздействии горного давления даже в условиях увлажнения шахтной водой неиспытанные породы могут подвергаться лишь относительно малым деформациям ползучести, зна-

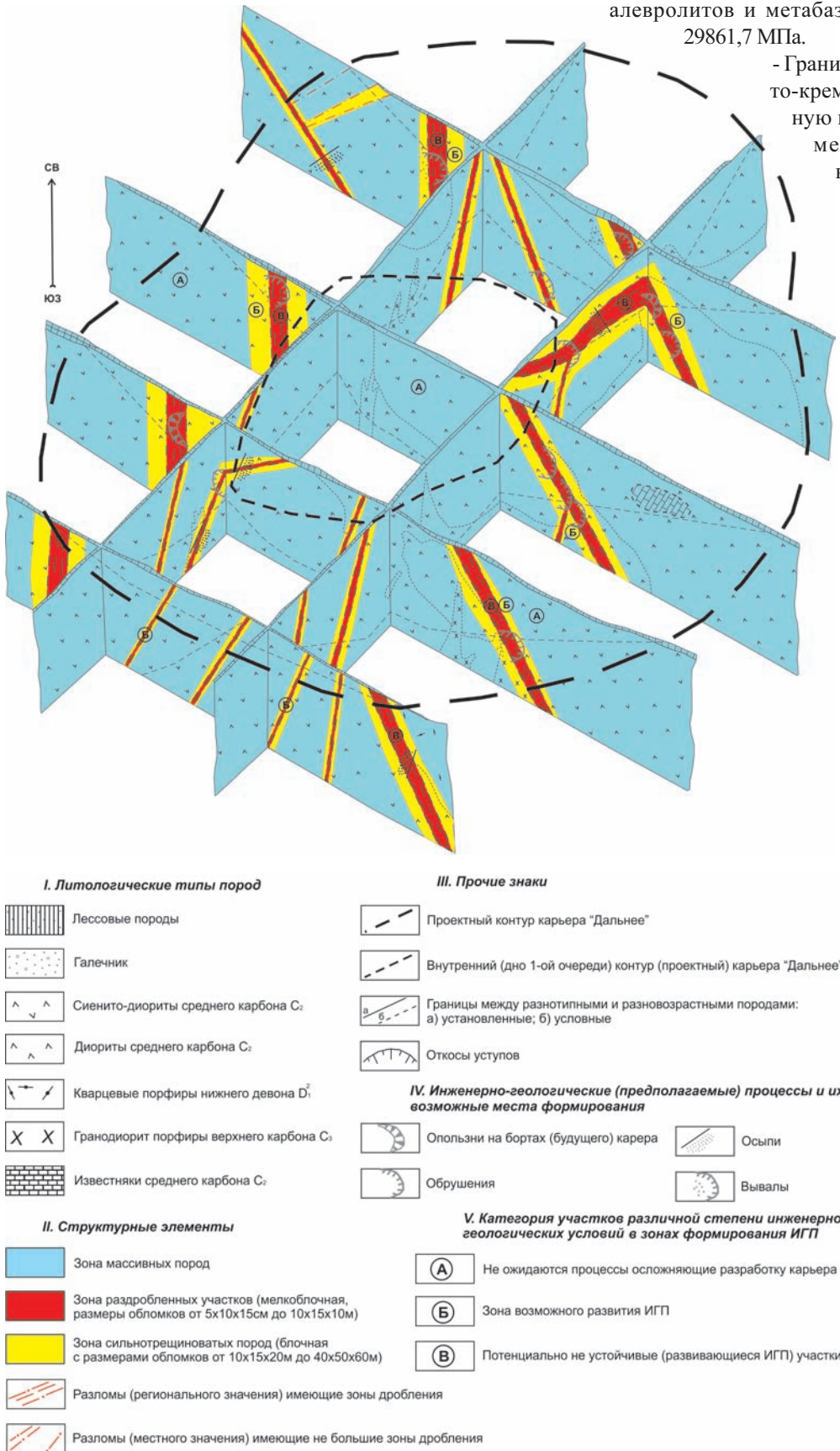


Рис. 1. Блок-диаграмма геолого-структурного строения месторождения Дальнее для прогнозирования зоны формирования инженерно-геологических процессов при открытом способе разработки.

чительно меньшим по сравнению с мгновенными упругими деформациями.

К открытым работам в горном деле относятся все виды добычи полезных ископаемых в карьерах и траншеях, создаваемых на поверхности земли. Степень нарушения земель и с ними связанные изменения геологической среды при открытых работах, главным образом, зависят от объема вскрышных пород, глубины и площади карьера.

Ввиду разобщенности рудных залежей и неглубоких залеганий, разработка ведется отдельными карьерами. В частности, Кокпатасское (рудное поле) месторождение разрабатывается 12 карьерами. Максимальная глубина карьеров – 200-250 м, а площадь карьерного поля – от 0,5 до 1,5 км². Мурунтауское месторождение разрабатывается двумя карьерами (Мурунтау и Мютенбай) (Фозиллов, 2013б).

Инженерно-геологические процессы при подземном способе разработки. В настоящее время на территории Центральных Кызылкумов действует несколько рудников, разрабатываемых подземным способом. В перспективе (в ближайшие 10-15 лет) к добыче будут привлекаться более глубокие горизонты. Анализ материалов шахты «М» (Мурунтау) и действующих рудников, расположенных в Нуратинских горах, показывает, что площадь занятая шахтными отвалами зависит от мощности рудника и от продолжительности эксплуатации и на сегодняшний день составляет от 0,02 до 0,5 км² (шахта «М» – около 0,6 км²), высота отвалов – от 5 до 30 м. Территории, занятые объектами, входящими в состав комплекса подземной добычи полезных ископаемых, составляют до 0,4-0,6 км², т.е. вдвое больше, чем площади под шахтными отвалами.

При подземной разработке глубоких горизонтов развиваются следующие инженерно-геологические процессы (Рис. 2):

- обрушения кровли горных выработок, в основном они приурочены к узловой части пересечения двух разломов, объемы которых достигают 5-10 м³;

- вывалы, наблюдаются очень часто; приурочены к местам пересечения двух и более крупных трещин или оперяющих разломов, объемы небольшие – 3-4 м³, иногда 5-6 м³.

Изменение геологической среды (изменения геоморфометрических характеристик местности). Формируются, современные (антропогенные), раздробленные, перемещенные отложения, совершенно отличающиеся по всем геологическим элементам от коренного залегания. Это отвальные грунты, создающие плюсовой рельеф, высотой достигающей до 60 м, площадью до 3 км². Карьеры, создающие минусовой рельеф, глубиной более 500 м, площадью до 2,3 км². Здесь все геологические элементы сохраняются, изменяются гидрогеологические и инженерно-геологические условия.

При открытой разработке месторождений основную часть изменений геологической среды составляют отвалы пустых пород и некондиционных руд. Площадь, занимаемая отвалами, превышает в 3-4 раза площадь карьерного поля.

Отвалы пустых пород занимают большую площадь, так как она составляет 60-65 % от земельного отвода. Кроме отвального хозяйства и самого карьерного поля ведение

открытых работ подвергается изменению геологической среды на площади земельного отвода размещением специальных и вспомогательных сооружений и оборудования (транспортные подъездные пути, железнодорожные ветви, ЛЭП, промышленные площадки, гаражи, складские помещения, жилищно и культурно-бытовые здания и др.), которые входят в комплекс добычи полезных ископаемых открытым способом, общая площадь которых составляет 2-3 км² или до 25 % от земельного отвода.

Главным местом изменения геологической среды являются территории, занятые шахтными отвалами и площади, где располагаются технические средства, объекты хозяйственного, бытового обслуживания и конторы, жилые помещения и др.

Выводы

На основе проведенных исследований на Центральном-Кызылкумском горнопромышленном районе и выявленных особенностей инженерно-геологических условий при разработке глубоких горизонтов месторождений твердых полезных ископаемых можно сделать следующие выводы.

- Геологическое строение данного региона представлено переслаиванием известняков с кремнистыми сланцами, рассланцованными песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами и др. Частота переслаивания пород, неравномерно проявленные вторичные изменения в них, различающиеся физико-механическими свойствами и составом, усложняют инженерно-геологические условия месторождения.

- Разрывные нарушения относятся к деформациям сбросо-сдвигового типа, представленным серией сближенных трещин и зон дробления. На месторождениях Центральных Кызылкумов развиты непротяженные тектонические трещины, среди которых выделяются трещины отслоения, отрыва и скола. В основном, разрывные нарушения в данном регионе представлены тремя основными системами:

- а) запад-северо-западное субширотное направление, которое выражено в виде крупных зон дробления, имеющих преимущественно северное простирание под углом 65-75°;

- б) северо-восточное направление, являющееся основной системой диагональных (поперечных) нарушений в отношении бортов карьера, которые представлены менее мощными и более протяженными по сравнению с первой системой зонами дроблений ;

- в) север, северо-западное субмеридиональное простирание по сравнению с другими, распространенными значительно реже, развитыми в центральной части рудного поля, с мощностью зон дробления не более 0,5-0,7 м.

- Формирование инженерно-геологических процессов в большинстве случаев приурочено к рабочим уступам карьеров, которые формируются наряду с тектоническими нарушениями, основную роль играет частое переслаивание сланцевых толщ с песчаниками и другими разновидностями пород. Наиболее крупные обрушения формируются на участках бортов карьеров, где имеются разрывные нарушения сбросо-сдвигового характера.

- Изменение гидрогеологических условий региона будет связано, в основном, с рудничным водоотливом. Во-

доотлив вызывает гидродинамическое и гидрохимическое воздействие. В итоге происходит изменение естественного режима подземных вод, формирование депрессионной воронки, изменение химического состава подземных вод. Формирование депрессионной воронки приведет к осушению части водоносного комплекса на глубину отработки до 350 м с радиусом депрессии до 3 км. Нарушается

естественная гидрохимическая обстановка. Химический состав шахтных и карьерных вод отличается от вод, окружающих горные выработки, т.к. формирование их связано с процессами смешения вод рудных горизонтов, взаимодействия подземных вод с шахтной атмосферой и породами, вскрытыми горными выработками. Активируются процессы окисления и выщелачивания, повышается

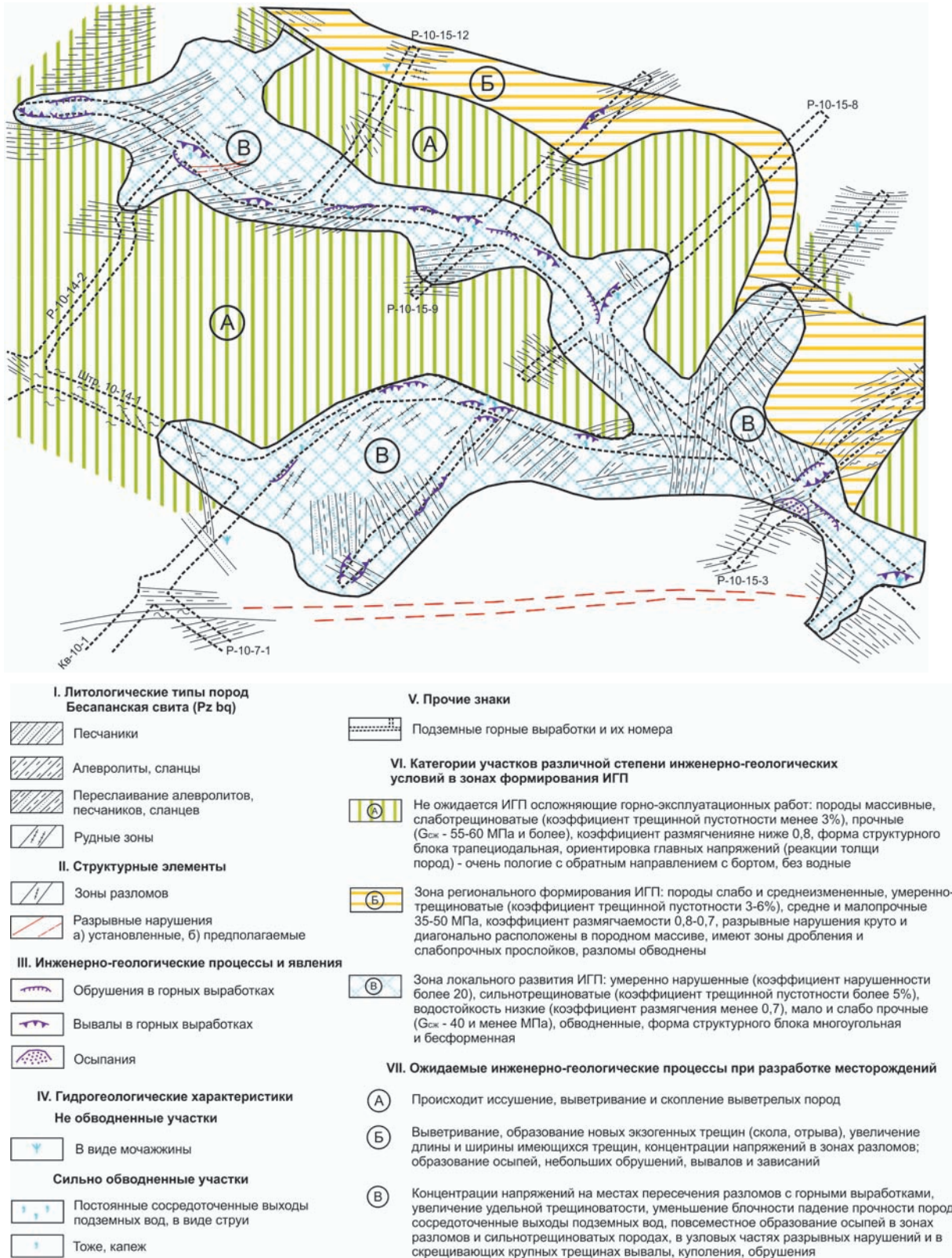


Рис. 2. Макет специальной инженерно-геологической карты зоны формирования инженерно-геологических процессов на месторождениях, разрабатываемых подземным способом (фрагмент для горизонта +140м месторождения Амантайтау).

минерализация, жесткость, содержание сульфатов, оживляется активность водообмена. Из-за повышенной кислотности воды становятся агрессивными к металлическому оборудованию. Происходит загрязнение подземных вод нефтепродуктами, маслами, взвешенными частицами.

Литература

- Арипова Ф.М. и др. Физико-механические свойства горных пород рудных месторождений Узбекистана. Т. 2006. С. 128-129.
- Мирасланов М.М., Ахунжанов А.М. Инженерно-геологические условия месторождений Центральных Кызылкумов. Сб. «Вопросы Региональной гидрогеологии и инженерной геологии Средней Азии». Тр. Института ГИДРОИНГЕО. 1985. С. 69-71.
- Мирасланов М.М., Фозиллов Э.М. Инженерно-геологические процессы на открытых горных выработках и их оценочные параметры. Научно-техн. конф. «Проблемные вопросы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения». Ташкент. 2012. С. 103-105.
- Фозиллов Э.М. Оценка инженерно-геологических условий эксплуатации месторождений твердых полезных ископаемых Узбеки-

стана. Вестник НУУЗ. Спец. вып. Ташкент. 2013. С. 135-138.

Фозиллов Э.М. Оценка формирования инженерно-геологических процессов на карьере Мурунтау. 5-я Межд. науч. конф. «Фундаментальная и прикладная геологическая наука: достижения, перспективы, проблемы и пути их решения». Баку. 2013. С. 339-342.

Фозиллов Э.М., Холияров У.А. Исследование инженерно-геологических процессов образовавшихся при подземном способе разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Вестник ТашГТУ. Вып. 3-4. Ташкент. 2012. С. 155-159.

Сведения об авторе

Эльёр Махмудович Фозиллов – старший научный сотрудник Государственного предприятия «Институт гидрогеологии и инженерной геологии» Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан

100041, г. Ташкент, ул. Олимлар, 64.

Тел: +(998 90) 904-02-42

Features of Engineering-Geological Conditions By Exploitation of Mineral Deposits of Central-Kyzylkum Mining Area

E.M. Fozilov

State Enterprise «Institute of hydrogeology and engineering geology», Tashkent, Uzbekistan

E-mail: elyor_f@mail.ru

Abstract. In article educe features of engineering-geological conditions by exploitation of mineral deposits the deep horizons of Central-Kyzyl-Kum mining area. The general data about Central-Kyzyl-Kum are resulted is mountain-industrial region. Features of a geological structure are revealed (interbedding, modularism) area, also is given the hydrogeological and engineering geological characteristic of conditions area. Dissemination of dislocation with a break of continuity is connected with deformations of the border fault type, the presented a series contiguous cracks and crushing zones. Within deposits Central-Kyzyl-Kum are generalized developed tectonic cracks. The analyzed physics mechanical properties of rocks some deposits and their change with depth. The estimation of change of the geological environment by open cut mining and underground mining of mineral deposits of Central-Kyzyl-Kum mining area. The analyzed developments of engineering-geological processes, and also development of exogenetic process in natural conditions of Central-Kyzyl-Kum mining area.

Keywords: deep horizon, rock fall, inrush, collapse, landslide, deflation, eolation, karst, disintegration of rock, crush belt, faulting, tectonic fractures.

References

- Aripova F.M. et al. Fiziko-mekhanicheskie svoystva gornyykh porod rudnykh mestorozhdeniy Uzbekistana [Physico-mechanical properties of rocks of the ore deposits of Uzbekistan]. Vol. 2006. Pp. 128-129.
- Miraslanov M.M., Akhunzhanov A.M. Inzhenerno-geologicheskie usloviya mestorozhdeniy Tsentral'nykh Kyzylkumov [Geotechnical conditions of the Central Kyzyl Kum fields]. *Sbornik Trudov. «Voprosy Regional'noy gidrogeologii i inzhenernoy geologii Sredney Azii»* [Proc. of the «Issues of Regional Hydrogeology and Engineering Geology of Central Asia». GIDROINGEO. 1985. Pp. 69-71.

Miraslanov M.M., Fozilov E.M. Inzhenerno-geologicheskie protsessy na otkrytykh gornyykh vyrabotkakh i ikh otsenochnye parametry [Geotechnical processes in open mines and their performance parameters]. *Respublikanskaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya. «Problemnye voprosy gidrogeologii, inzhenernoy geologii, geoekologii i puti ikh resheniya»* [Proc. Republican Sci. Conf. «Problems of Hydrogeology, Engineering Geology, Environmental Geoscience and ways of solution»]. Tashkent. 2012. Pp. 103-105.

Fozilov E.M. Otsenka inzhenerno-geologicheskikh usloviy ekspluatatsii mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopaemykh Uzbekistana [Evaluation of engineering geological conditions of solid mineral deposits development in Uzbekistan]. *Vestnik NUUZ* [Bulletin NUUZ. Special Edition]. Tashkent. 2013. Pp. 135-138.

Fozilov E.M. Otsenka formirovaniya inzhenerno-geologicheskikh protsessov na kar'ere Muruntau [Evaluation of engineering geological formation processes of Muruntau career]. *V Mezhd. nauchnaya konf. «Fundamental'naya i prikladnaya geologicheskaya nauka: dostizheniya, perspektivy, problemy i puti ikh resheniya»* [Proc. V Int. Sci. Conf. «Fundamental and applied geological science: achievements, prospects, problems and ways of solution»]. Baku. 2013. Pp. 339-342.

Fozilov E.M., Kholiyarov U.A. Issledovanie inzhenerno-geologicheskikh protsessov obrazovavshikhhsya pri podzemnom sposobe razrabotki mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopaemykh [Research of engineering-geological processes formed during the process of developing an underground deposits of solid minerals]. *Vestnik TashGTU* [Bulletin of Tashkent State Technical University]. Is. 3-4. Tashkent. 2012. Pp. 155-159.

Information about author

Fozilov Elyor – senior researcher at the State Enterprise «Institute of Hydrogeology and Engineering Geology» («Institute HYDROENGEO») of the State Committee on Geology and Mineral Resources of the Republic of Uzbekistan.

Uzbekistan, 100041, Tashkent, Olimlar str., 64.

Tel: +(998 90) 904-02-42