

ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ШТОКООБРАЗНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАТОКА

Н.В. Несвитайло, А.Д. Казола, Государственное высшее учебное заведение «НГУ», Украина

Выполнен анализ и произведена оценка особенностей геологического строения месторождения трубки Катока, что позволило качественно охарактеризовать степень их влияния на устойчивость массивов горных пород, слагающих откосы уступов и бортов карьера.

Открытая разработка крутопадающих месторождений в т.ч. штоко- и линзообразных, как и является месторождение Катока, сопровождается образованием выработок значительной глубины в бортах которых, в результате перераспределения напряжений, нарушается установившееся состояние равновесия пород.

Изучением механических процессов, происходящих в массиве горных пород после проведения в нем выработок, занимается одна из отраслей науки о землемеханике горных пород (геомеханика). Основная задача геомеханики – управление состоянием горного массива с целью снижения интенсивности деформационных процессов или их предупреждения.

Для управления устойчивостью откосов бортов (уступов) карьера необходима информация об окружающей геологической среде и информация о состоянии геомеханических процессов на действующем карьере (карьерном поле).

Карьерное поле алмазоносного месторождения Катока характеризуется рядом отличительных особенностей и, прежде всего, структурно-тектонических.

В границах карьерного поля кимберлитовая трубка Катока расположена в центральной части радиально-кольцевой структуры, генетически связанной с активизацией внутрикорового тектоно-магматического очага, и приурочена к узлу пересечения зон разломов северо-западного, субмеридианального и субширотного простирания. В районе трубки Катока в структуре пород фундамента выделены три, тектонические зоны шириной от 100-150м до 200-250м, две из них северо-восточного и одна северо-северо-западного простирания.

Внутренняя тектоническая структура месторождения имеет сложное строение и отражает специфику тектонического режима на различных этапах его формирования. Современный ее облик обусловлен, в основном, характером тектонических движений на завершающем этапе проявления кимберлитового магматизма (в период становления кольцевой структурной формы кимберлитовых брекчий с массивной текстурой цемента и их слюдистых разностей).

В пределах наиболее изученной кратерной части трубки Катока широко развиты разрывные тектонические нарушения как со смещением разобщенных блоков горных пород, так и оперяющие их трещины отрыва. Разрывные смещения, протяженностью от нескольких метров до десятков метров, характеризуются разнообразием значений элементов залегания сместителей, с некоторым преобладанием их падения в сторону центральной части месторождения. Группируясь в системы, они образуют кольцевую зону тектонических нарушений, мощностью до 5-10м, которые на участках своего проявления обуславливают блоковое строение кимберлитового тела. Амплитуда смещения по локальным разрывам, как правило, не превышает первых сантиметров, в единичных случаях составляет 2-4м. По зонам тектонических нарушений амплитуда смещения блоков пород и руд может достигать первых метров. Наиболее высокая плотность тектонических дислокаций отмечена в породах, слагающих так называемые зоны перехода КБМ к ВОП и на участках, прилегающим к ним со стороны чашеобразной структуры, сложенной вулканогенно-осадочными отложениями, а также в слюдистых кимберлитовых брекчиях, вскрытых горными работами на западе и северо-западе месторождения. Геологические границы между кимберлитовыми брекчиями и вулканогенно-осадочными отложениями большей своей частью сопровождаются зонами тектонических нарушений.

В зонах тектонических нарушений породы характеризуются высокой степенью трещиноватости (от 10-15 до 30-40 трещин на 1м²), более значительной глубиной выветривания, чем на

прилегающих участках, нередко отмечается их смятие и брекчирование. Тектонические брекчии развиты, преимущественно, среди дислоцированных вулканогенно-осадочных пород, залегающих в зонах экзоконтактов кимберлитовых брекчий. Мощность тектонических брекчий, как правило, не превышает десятков сантиметров, но иногда достигает нескольких метров. Макроскопически они представляют собой угловатые, угловато-округлые обломки дислоцированных пород, сцементированные перетертым песчано-глинистым материалом того же состава, что и обломки. Для них характерна густая сеть мелких разноориентированных трещин с зеркалами скольжения. Иногда в зонах дробления и брекчирования вулканогенно-осадочных пород отмечаются маломощные инъекции кимберлитовых брекчий.

Углы же падения тектонических трещин в пределах одной зоны нередко изменяются от 20-25° до 75-80°. По стенкам трещин скалывания отмечаются зеркала скольжения с гладкой и блестящей поверхностью, отдельные трещины выполнены глиной трения, мощностью от 0,1 до 4 см. К зонам тектонических нарушений приурочены участки проявления гидротермальной минерализации, в пределах которых по трещинам развиты кальцит, магнезит.

При вскрытии тектонических нарушений в бортах карьера образуются трещины расширения, в результате чего на этих участках отмечается просачивание вод из дренажных канав, расположенных на вышележащих бермах.

В массиве горных пород, выполняющих кратерную часть трубки Катока, наряду с многочисленными разрывными тектоническими нарушениями на отдельных участках развиты пликативные дислокации. Складчатые нарушения отмечены в слоистой толще вулканогенно-осадочных пород, залегающих в зонах интенсивного послойного их инъецирования кимберлитовой магмой (зоны перехода КБМ к ВОП) и на прилегающих к ним участках. Складчатые формы зафиксированы в восточном борту центральной части карьера между горизонтами 930м и 940м. Углы наклона слоев на крыльях складок составляют 20-35° относительно горизонта. В целом же для вулканогенно-осадочных отложений в разрезах, вскрытых горными работами характерно наклонное залегание с падением слоев к центру трубки как и полосчатых текстур кимберлитовых брекчий. При этом углы наклона слоистости изменяются в пределах от 30-35° до 75-80° как в плоскости вертикальных разрезов, так и - горизонтальных. Наиболее крутое залегание слоев вулканогенно-осадочных отложений отмечается в зонах их перехода к КБМ и на участках интенсивного развития разрывных тектонических нарушений. Анализ разрезов, вскрытых разведочными скважинами показывает, что углы наклона слоистости ВОП имеют тенденцию к выколаживанию по направлению к центру трубки, где их значения, как правило, не превышает 20-25°.

Относительно структурно-геологических особенностей залегания перекрывающих горных пород кимберлитовой трубки Катока можно отметить следующее.

Перекрывающие породы

Трубка перекрыта чехлом рыхлых палеоген–неогеновых и палеогеновых, преимущественно песчаных отложений.

В северо-восточной части карьера, в остатках долины руч. Катока – современными аллювиальными и техногенными отложениями относительно небольшой мощности и распространения.

В западном борту перекрывающими являются маломощные (менее 5 м), насыщенные водой иловатые – песчано-глинистые и гравийные отложения долины р. Ловы. Они залегают в глинистом элювии гнейсов.

За пределами трубки, в северном, восточном и южном бортах трубки, мощность перекрывающего песчаного чехла составляет 40-55 м. Поверхность подстилающей кровли гнейсов (отм. 966-970 м) относительно ровная, мощность песков, по мере удаления от границ трубки на 150-250 м, увеличивается с увеличением отметок поверхности земли от 970-980 м до 1010-1020 м. В этой части песчаное покрытие, примерно поровну по мощности, разделяется на два слоя.

Верхний – представлен песками формации Калахари красновато-бурыми, мелкими, редко глинистыми до супеси, сухими, слабосцементированными и обладающими небольшой

структурной прочностью, теряемой при замачивании.

Нижний слой до подстилающих гнейсов и кимберлитов представлен межформационными песками и супесями средней плотности и рыхлыми коричневато-бурыми, с белыми пятнами и точечными белыми вкраплениями каолина.

По аналогии с участками карьера, ранее вскрытыми эти пески, не исключается возможность появления в верхней части слоя, на границе с песками Калахари, крупных (1-3 м) глыб песчаников на кремнистом цементе, имеющих текстурный облик схожий с пятнистыми межформационными песками.

Пески обводнены с отметок 980-975 м на участках в 150–250 м от трубки, а по мере приближения к границам трубки уровень воды в них снижается почти до отметок поверхности кровли гнейсов и кимберлитов – 969–972 м. По местным понижениям кровли подстилающих пород водный поток сосредотачивается, формируя источники, образующие притоки ручья Катока. Водонасыщенные межформационные пески, вскрытые в бортах трубки, суффозионно неустойчивы и при разгрузке из них воды происходит их оплывание, формируются местные сдвиги и оплывины, захватывающие и вышележащие пески Калахари, более устойчивые, слабосцементированные.

Аллювиальные и техногенные отложения долины руч. Катока мощностью менее 10 м представлены чаще всего песком коричневато-жёлтого цвета, мелким и средней крупности, водонасыщенным, с примесью гальки кремнистых пород. При проходке выработок в них борта не устойчивы, оплывают и легко размываются атмосферными осадками.

Вмещающие породы

Вмещающими породами являются гнейсы полевошпат-пироксенового состава с прожилками и пропластками кварцитов и кварц-биотитовых сланцев. Они характеризуются различной степенью выветрелости и дезинтеграции – от глинистых сапролитов до монолитных, очень прочных разностей. Породы перемятые, углы падения по полосчатости и сланцеватости от 30 до 80 градусов.

Отметки поверхности кровли массива вмещающих гнейсов совпадают с отметками поверхности кимберлитов трубки (960 – 970 абс. м), переход от одной поверхности к другой – плавный. По мере удаления от контура трубки, поверхность массива гнейсов поднимается до отметок 980 – 988 м.

В западном борту естественной эрозионной котловины, занятой трубкой "Катока", гнейсы с поверхности интенсивно выветрелые, мощность выветрелой зоны составляет 30-50 м, а в юго-западной части борта несколько превышает эту величину [1-3].

Кора выветривания вмещающих гнейсов западной части трубки имеет определённую зональность. Верхняя часть её до отметок 950 - 930 м, подвергнутая глубокому химическому разложению, представлена сапролитами красновато-бурого, реже оранжевого цвета – су-глинками плотными, твёрдыми и тугопластичными, водоупорными, жирными на ощупь из-за обилия полуразложившихся слюд, содержащими рыхлые прожилки кварцитов белого и голубоватого оттенков. Отчётливо наблюдается унаследованная текстура полосчатых перемятых крутопадающих гнейсов с обилием зеркал скольжения, покрытых жирным на ощупь, влажным глинистым налётом. Зеркала скольжения часто ровные, видимой протяжённостью до 20-50 м, хорошо прослеживаются на участках вывалов и оползней, образующихся там, где эти трещины направлены в сторону выемки карьера (юго-западная часть карьера).

Нижняя зона элювия глинисто-дресвяного и дресвяно-глинистого состава (до отметок 930 – 910 м) имеет преобладающе серовато-зелёный и зеленовато-серый цвет, здесь обилие зёрен рухлякового кварцита и гнейса диаметром 2-3, реже 5-6 мм. Структурная прочность пород этого интервала незначительная, порода легко разрушается, исключая некоторые слаболи-тифицированные фрагменты. Кварц-биотитовые сланцы здесь выветрелые до жирных супесей или тонкоплитчатого рухляка. По стенкам неровных, закрытых трещин часто видны налёты гидроокислов марганца и железа. Зеркала скольжения приурочены к сильнослюдистым интервалам.

До отм. 920 - 905 м в зоне дезинтеграции преобладают дресвяные, дресвяно-щербенистые

разности, обломочный материал выветрелый, малопрочный, с беспорядочной сетью мелких трещин выветривания. Ниже залегают крутопадающие, местами рассланцованные выветрелые гнейсы скального массива от сильнотрещиноватых до трещиноватых, малопрочные. Переходная зона к лежащим ниже отметок 920 - 900 м относительно сохранным слабоветрелым прочным разностям составляет 5 – 20 м.

Дресвяно-щебенистый и суглинисто-дресвяный элювий гнейсов вблизи контура трубки влажный и водонасыщенный за счёт поступления воды из перекрывающих водонасыщенных песчаных отложений.

Кровля относительно прочных трещиноватых гнейсов скального массива западного борта трубки находится на отметках 920 – 925 м, затем она поднимается к востоку до отметок 940 - 960 м. Далее вдоль восточных границ трубки кровля неровно поднимается до отметок 950 - 965 м с отдельными местными понижениями. Переход от выветрелых малопрочных к сохранным, весьма прочным гнейсам нечёткий.

В северном и южном бортах трубки прочные, практически не затронутые выветриванием, гнейсы ожидаются ниже отметки 920 м, в восточном – ниже отм. 940 м, на западе – глубже отметок 890 - 900 м. В контуре трубки под кимберлитами, глубокими разведочными скважинами вскрываются, как правило, очень прочные, неизменные слаботрещиноватые гнейсы. Скорость бурения алмазными коронками диаметром 112 мм в них обычно не превышает 1 – 2 м за смену.

В приконтактной зоне с трубкой гнейсы с поверхности подвергнуты интенсивному выветриванию, в результате этого кровля гнейсов скального массива как бы погружается вдоль кимберлитового тела на первые метры до первых десятков метров в направлении от бортов к трубке.

Гидрогеологическая характеристика месторождения

На территории карьерного поля установлено несколько типов подземных вод:

- ненапорные воды в перекрывающих породах (межформационных песках и супесях);
- трещинные воды вмещающих гнейсов;
- трещинные и порово-трещинные воды кимберлитов.

Суммарный приток из ненапорного водоносного горизонта в межформационных песках составляет 170-190 м³/час, а удельный приток на 1 м периметра карьера - 0,1 м³/час, при средней мощности водоносного слоя не менее двух метров. Фильтрация из песков происходит крайне неравномерно. Приток порово-трещинных вод литифицированных межформационных песков оценен в 10-15 м³/час. В перекрывающих песках формации Калахари воды не обнаружено, эти пески находятся либо в сухом, либо в слабовлажном состоянии.

Воды вмещающих пород характеризуются коэффициентом фильтрации глинистой коры выветривания гнейсов равным 0,024 м/сут, гнейсов скального массива – 0,3 м/сут. Приток в карьер из скальных гнейсов – 5 м³/час.

Кимберлитовые породы трубки "Катока" оценены как не водоносные с коэффициентом фильтрации менее 0,001 м/сут. При разгрузке пород в связи с углубкой карьера, в кимберлитах может произойти раскрытие трещин, по которым произойдет переток воды из канав вышележащих горизонтов.

Максимальный суточный приток в карьер рассчитан по данным метеонаблюдений за период с 1995 г., и в качестве расчётного, с повторяемостью один раз в 5 лет, принято значение максимальных суточных осадков 94 мм/сут.

В целом, в геологическом отношении, месторождение трубки Катока является сложно-структурным с широко развитыми тектоническими нарушениями. В зонах тектонических нарушений породы характеризуются высокой степенью трещиноватости (от 10 до 40 трещин на 1 м²). Кроме многочисленных разрывных тектонических нарушений на ряде участков развиты складчатые нарушения, особенно в слоистой толще вулканогенно-осадочных пород. Углы наклона слоев изменяются от 20⁰ – 35⁰ до 75⁰ – 80⁰.

Перекрывающие трубку породы от глинистых, песчано-глинистых и до песчаных мощностью 5 – 55 м являются малопрочными, слабо сцементированными, небольшой структурной

прочности, теряемой при замачивании.

Пески обводнены с отметок 980 – 975 м и поэтому суффозионно неустойчивы. При разгрузке из них воды происходит их оплывание, формируются сдвиги и оплывины, захватывающие вышележащие более устойчивые пески Калахари.

Перекрывающие породы, пески Калахари и межформационные пески, по общей характеристике основных представителей горных пород и основных показателей дренируемости и устойчивости классифицируются как четвертая группа которую образуют слабые песчано-глинистые породы, характеризующиеся довольно высокой пористостью, малой водопроницаемостью (менее 1 м/сутки) и склонностью к оплыванию. Отличаясь слабой связанностью, на поверхности откосов эти породы переходят в условиях полного водонасыщения в текучее состояние и оплывают даже при довольно пологих углах откосов. Вследствие слабой проницаемости породы этой группы плохо поддаются обычным способам дренирования. Обводненные откосы, сложенные такими породами, наиболее неустойчивые. Довольно сложные в структурно-геологическом отношении и вмещающие породы трубки Катока. Они характеризуются различной степенью выветрелости и дезинтеграции. Породы перемятые, углы падения по плоскостности и сланцеватости от 30° до 80° .

Выветрелые гнейсы скального массива сильнотрещиноватые и малопрочные. При разгрузке пород, в связи с углубкой карьера, в кимберлитах может произойти раскрытие трещин по которым произойдет переток воды из вышележащих водоносных горизонтов.

Таким образом, сложноструктурное залегание кимберлитовой трубки Катока требует рассмотрения, оценки и учета факторов, влияющих на устойчивость массивов бортов (уступов) и определения их параметров откосов.

Список литературы

1. Мусин Р.Ю. «Технический отчет о результатах инженерно – геологических работ, выполненных для обоснования проекта карьера “Катока” до гл. 40 м 1 этапа развития ГРО “Катока”. 1999, фонды ГРО “Катока”.

2. Мусин Р.Ю. «Технический отчет об инженерно-геологических и гидрогеологических работах для обоснования проекта карьера “Катока” до отметки 860 м (1 этап развития) 2000, фонды ГРО “Катока”.

3. Сарычев И.К., Зуев В.М., Крючков А.И. и др. «Отчет о результатах детальной разведки кимберлитовой трубки Катока за 1998-1999 г.г. (с подсчетом запасов алмазов по Ю-3 флангу месторождения до глубины 200 м по состоянию на 01.01.2000 г.)». 2000, фонды ГРО «Катока».