

РУБРИКА: ИНЖЕНЕРНАЯ И РУДНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Опыт применения классификационной системы Булычева Н.С. при инженерно-геологическом прогнозе на месторождениях полезных ископаемых

В.С. Козлов* (ФГБОУ ВО «УГГУ»), И.В. Абатурова (ФГБОУ ВО «УГГУ»), И.А. Савинцев (ФГБОУ ВО «УГГУ»), Д.А. Шевалдин (ФГБОУ ВО «УГГУ»)

Аннотация

Основные потери механической прочности массива горных пород в процессе ведения подземных горнотехнических работ могут быть связаны с зонами повышенной трещиноватости, дробления пород, а также резкого ухудшения физико-механических свойств. Объективное выявление таких зон возможно только на основе интегрированного анализа всех факторов, определяющих условия вскрытия месторождения.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, эпипермальные золото-серебряные месторождения, массив скальных горных пород, классификация Н.С. Булычева, инженерно-геологическая модель.

The experience of using the classification system of Bulychev N.S. in engineering and geological forecasting of mineral deposits

The authors are in English. First, write the initials, then the last name, and in parentheses for each co-author is the name of the organization. Example: A.I. Ivanov* (ООО "Geologiya"), V.M. Petrov (PJSC "Geofizika")

V.S. Kozlov* ("USMU"), I. V. Abaturova ("USMU"), I. A. Savintsev ("USMU"), D.A. Shewaldin ("USMU")

Abstract

The main losses in the mechanical strength of the rock mass during underground mining operations may be associated with areas of increased fracturing, crushing of rocks, as well as a sharp deterioration in physical and mechanical properties. Objective identification of such zones is possible only on the basis of an integrated analysis of all the factors determining the conditions of the field opening.

Keywords: engineering and geological conditions, epithermal gold and silver deposits, rock mass, classification by N.S. Bulychev, engineering and geological model.

Введение

Основные потери механической прочности массива горных пород в процессе ведения подземных горнотехнических работ могут быть связаны с зонами повышенной трещиноватости, дробления пород, а также резкого ухудшения физико-механических свойств. Объективное выявление таких зон возможно только на основе интегрированного анализа всех факторов, определяющих условия вскрытия месторождения.

Результатом интегрированного анализа является прогноз изменения инженерно-геологических условий при освоении месторождения. Под которым понимается процесс перехода от информации, характеризующей особенности геологической среды, характер и масштаб возникающих в ней процессов и явлений в результате строительства и эксплуатации горных выработок [2-3].

Метод (и/или Теория)

Для оценки свойств скального массива при взаимодействии с горными выработками в настоящее время широко принимаются эмпирические классификации. Они позволяют выделить категории (классы, группы) массива по устойчивости и сопоставить выделенные категории с физико-механическими свойствами.

В эмпирических классификациях используются разные геологические параметры, которые наиболее корректно отражают состояние скального массива. К таким показателям относятся: прочность на одноосное сжатие, модули трещиноватости и кусковатости, RQD, поверхность трещин, морфологические особенности и заполнитель трещин, размер элементарного структурного блока, обводненность и т.д.

В зарубежной практике строительства подземных горных выработок применяется несколько подходов к оценке состояния устойчивости массива горных пород с учетом его дискретной структуры. Наиболее известны рейтинговые подходы по оценке устойчивости трещиноватого массива горных пород в баллах RMR [5-7] и Q-система [4, 3]. Обе системы имеют сходство по применению близких параметров качества массива (трещиноватость), но различаются по весовым коэффициентам и учету напряженного состояния.

В отечественной практике строительства подземных горных выработок используется классификационная (рейтинговая) система Булычева Н.С.. Она основана на вычислении характеристической прочности массива горных пород с подразделением ее диапазона изменчивости на 5 категорий устойчивости.

Примеры (не обязательно)

Рассматриваемое месторождение регионально расположено во внешней зоне ОЧВП и относится к эпitherмальным золото-серебряным.

Массив скальных горных пород месторождения сложен толщей эффузивных пород верхнемелового возраста. Процессы рудообразования на месторождении связаны с проявлением гидротермального метасоматоза березитовой и аргиллизитовой фации, привели к изменению минерального состава первичных пород, формированию новых минеральных ассоциаций и петрографических типов пород и появлению зонального строения [1].

В строении массива пород выделены: вмещающие породы, сложенные андезибазальтами, игнимбритами риолитов; околорудные породы (околожилные) – сформированные в результате процессов березитизации и представленные каолинит-кварцевыми, кварц-хлорит-серицитовыми, хлорит-эпидотовыми метасоматитами; рудная зона – метасоматиты имеющие кварцевый, родонит-кварцевый состав.

Анализ трещиноватости массива пород, установил, что преобладают трещины с волнистой поверхностью, так же в небольших количествах отмечаются плоские и ступенчатые поверхности. Минеральный состав заполнителя открытых трещин – гидроокислы железа, единично встречается глина трения и кварц-карбонатный заполнитель.

Для оценки количественных параметров трещиноватости и определения преобладающей категории использовалась классификация ВСЕГИНГЕО, в состав которой добавлен коэффициент зон ослабления. При использовании статистического анализа были получены следующие результаты по преобладающей категории: вмещающие породы – сильнотрещиноватые; околорудные – сильнотрещиноватые, рудные зоны – относятся к категории раздробленных.

Рассматриваемое месторождение расположено в области развития многолетнемерзлых пород сплошного распространения. Породы относятся к категории морозных, слой сезонного оттаивания по данным замеров температур составляет 1,5-8,0 м, при средней глубине 4,0-4,5 м, подошва многолетнемерзлых пород в пределах месторождения залегает на глубинах 180-200 м.

Для получения относительных оценок устойчивости массива горных пород на рассматриваемом месторождении была использована классификация Н.С. Булычева. Данная классификация является более унифицированной и включает в себя учет всех факторов, влияющих на устойчивость горных пород.

Инженерно-геологические интервалы с расчетом характеристической прочности выбирались исходя из литологии и критериев прочности керна (ориентировочная длина данного интервала составляет от 0,3 м до 3,0 м). Любые изменения петрографии или трещиноватости (поверхности трещин, заполнитель, раскрытие трещин и т.д.) расценивались как инженерно-геологические границы.

По результатам расчетов, в разрезе месторождения в зависимости от степени устойчивости массива пород выделено 4 категории:

- устойчивые (время стояния ствола в выработке без крепления от 1 до 6 месяца);
- средней устойчивости (время стояния ствола в выработке от 168 до 720 часов);
- слабоустойчивые (время стояния ствола в выработке от 24 до 168 часов);
- неустойчивые (время стояния ствола в выработке менее 24 часов).

Таким образом, на основании анализа инженерно-геологических условий и построенной инженерно-геологической модели (Рисунок 1) можно отметить, что основными типами прогнозируемых деформаций при отработке месторождения будут являться: обрушения, вывалы, пучение.

Обрушения и вывалы будут развиваться на участках слабоустойчивых пород в местах пересечения выработками зон ослабления щелнистого состояния (III и IV класс устойчивости), что потребует крепления стенок.

Пучение пород будет развиваться на участках неустойчивых пород (V класс) в верхней части разреза в условиях увлажнения. Для избежания данной ситуации рекомендуем проходить такие участки с креплением.

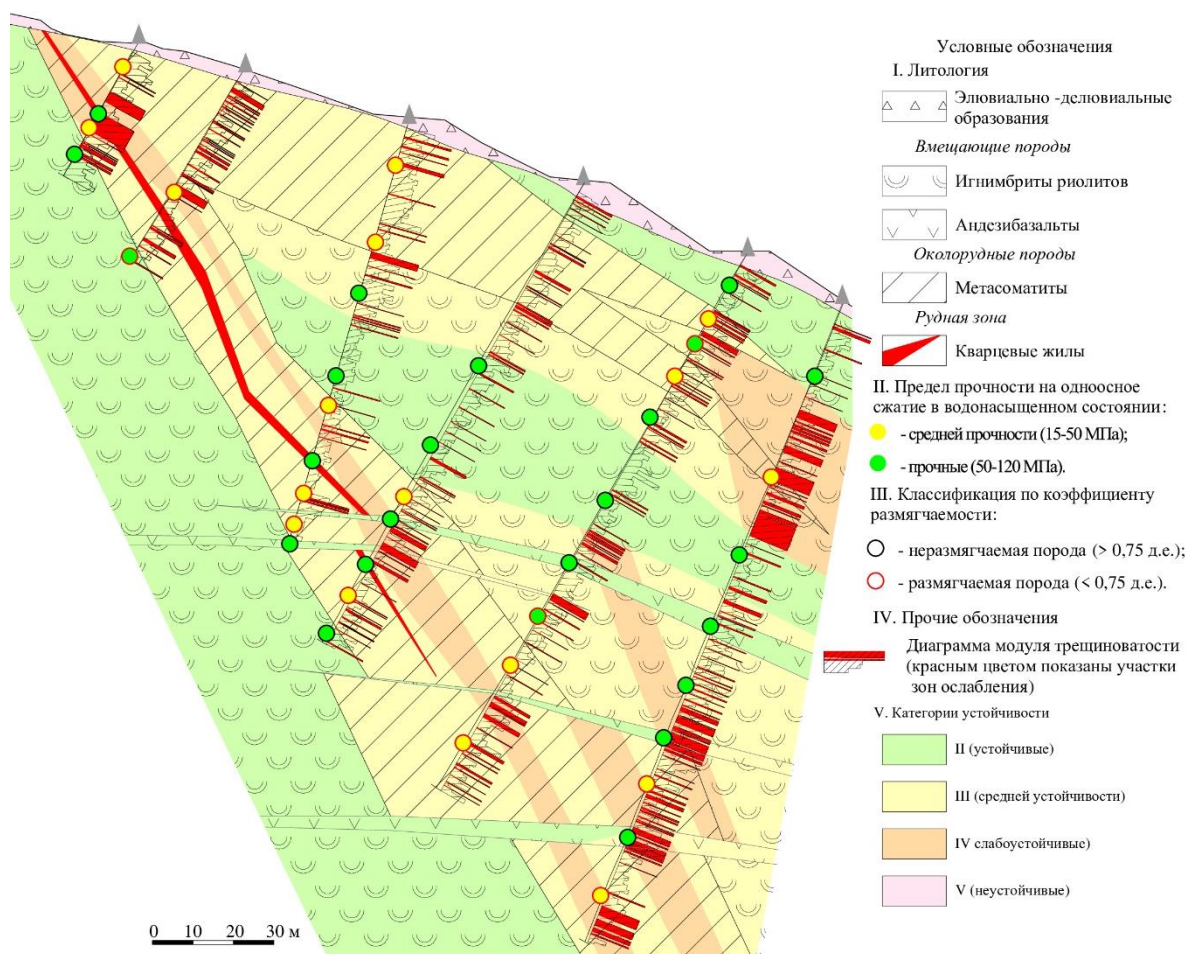


Рисунок 1. Инженерно-геологический разрез с выделением категорий устойчивости

Выводы

Применение классификационной (рейтинговой) системы Булычева Н.С. при построении инженерно-геологической модели позволяет учесть разные геологические параметры, которые наиболее корректно отражают состояние скального массива и влияют на устойчивость горных пород при отработке. А также до начала ведения горных работ обеспечивает возможность выделить ослабленные участки и минимизировать активизацию инженерно-геологических процессов при отработке.

Благодарности (на ваше усмотрение)

Автор выражает признательность коллективу ООО «Гидрогеологии, инженерной-геологии и геоэкологии», которая является стратегическим партнером ФГБОУ ВО «УГГУ» в программе стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Список литературы

- Абатурова И.В. Оценка и прогноз инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых горно-складчатых областей. – Екатеринбург: типография

- «Уральский центр академического обслуживания» / науч. редактор О.Н. Грязнов – 2011 г. – 320 с. (монография).
2. Абатурова И.В. и др. Оценка и прогноз инженерно-геологических условий на разных стадиях разведки месторождений полезных ископаемых //Литосфера. – 2013. – №. 3. – С. 137-145.
 3. Абатурова И.В. и др. Принципы оптимизации изучения инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых //Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №. 11 (42) Часть 6. – С. 10-13.
 4. Barton N. Application of Q-System and Index Tests to Estimate Shear Strength and Deformability of Rock Masses./ Workshop on Norwegian Method of Tunneling. New Delhi, 1993, pp. 66–84.
 5. Bieniawski, Z.T. Rock Mass Classification in Rock Engineering/ Symposium on exploration for rock engineering //Balkema: Rotterdam, 1976, p. 97-106.
 6. Bieniawski, Z.T. Engineering classification of jointed rock masses // Transaction of the South African Institution of Civil Engineers, 1973, v. 15, p. 335-344.
 7. Bieniawski, Z.T. Classification of rock masses for engineering: The RMR system and future trends/ Comprehensive Rock Engineering, Volume 3: Oxford; New York, 1993, Pergamon Press, p. 553-573.

References

1. Abaturova I.V. Assessment and forecast of engineering and geological conditions of deposits of solid minerals in mountainous and folded regions. Yekaterinburg: printing house "Ural Center for Academic Services" / scientific editor O.N. Gryaznov – 2011 – 320 p. (monograph).
2. Abaturova I.V. and others. Assessment and forecast of engineering and geological conditions at different stages of exploration of mineral deposits //The lithosphere. – 2013. – No. 3. – pp. 137-145.
3. Abaturova I.V. et al. Principles of optimizing the study of engineering and geological conditions of mineral deposits //International Scientific Research Journal. – 2015. – №. 11 (42) Part 6. – pp. 10-13.
4. Barton N. Application of Q-System and Index Tests to Estimate Shear Strength and Deformability of Rock Masses./ Workshop on Norwegian Method of Tunneling. New Delhi, 1993, pp. 66–84.
5. Bieniawski, Z.T. Rock Mass Classification in Rock Engineering/ Symposium on exploration for rock engineering //Balkema: Rotterdam, 1976, p. 97-106.
6. Bieniawski, Z.T. Engineering classification of jointed rock masses // Transaction of the South African Institution of Civil Engineers, 1973, v. 15, p. 335-344.
7. Bieniawski, Z.T. Classification of rock masses for engineering: The RMR system and future trends/ Comprehensive Rock Engineering, Volume 3: Oxford; New York, 1993, Pergamon Press, p. 553-573.