

УДК 502.2/519.8(075.8)

## Влияние горнотехнических и гидрогеологических особенностей горных пород на эффективность разрушения в условиях открытой добычи на карьерах

Чебенко В. Н.<sup>\*</sup>, Козловская Т. Ф.

*Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, Кременчуг, Украина*

Поступила в редакцию 01.10.10, принята к печати 29.10.10.

### **Аннотация**

Рассмотрены горнотехнические и гидрогеологические особенности горных пород, добываемых на карьерах Полтавского региона. Охарактеризованы факторы, влияющие на эффективность их разрушения с использованием энергии взрывного импульса.

Ключевые слова: горные породы, гидрогеологические особенности, горнотехнические условия, обводненность скважин.

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Эффективность разрушения горных пород напрямую зависит от их физико-механических и технологических свойств. Кроме того, полноценной передаче взрывного импульса препятствуют микро-, макротрещины и другие дефекты внутренней межкристаллитной структуры основных образующих пород и различных включений других химических соединений, изменяющих прочность химических связей и кристаллографические свойства направляющих граней [1-4].

В связи с этим актуальным является изучение горнотехнических и гидрогеологических особенностей добываемых открытым способом горных пород во взаимосвязи с вопросами эффективности их дробления с использованием энергии взрывного импульса.

### **Постановка задач исследований.**

Задачей данной работы является анализ влияния различных свойств горных пород на эффективность их дробления при проведении взрывных работ открытым способом.

### **Изложение материала и результаты.**

В работе рассмотрены свойства горных пород карьеров нерудстройматериалов Кременчугского региона (Редутский щебзавод, Рыжевский гранитный карьер, Приднепровский спецкарьер, Крюковское карьероуправление, Кременчугского карьероуправление «Кварц»), а также карьеров Полтавского горно-обогатительного и Докучаевского флюсодоломитного комбинатов.

Редутский щебзавод и Рыжевский гранитный карьер разрабатывают различные участки Редутского месторождения гранитов. В геологическом строении месторождения принимают участие докембрийские кристаллические породы и кайназойские отложения – третичные и четвертичные. Кристаллические породы представлены гранитами и гранодиоритами.

Они являются наиболее распространенной кристаллической породой месторождения. Контакт между гранодиоритами и гранитами малозаметный. Тут же среди мелкозернистых гранитов наблюдается гнейсевидная полосчатость и темно-зеленые ксенолиты. Контакты гранита

---

<sup>\*</sup> Для переписки: [tfk58@kdu.edu.ua](mailto:tfk58@kdu.edu.ua)

с ксенолитом резкие. Граниты расположены преимущественно в верхней части месторождения, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова  $f=15-18$ . В результате выветривания верхняя часть гранитного массива превращается в дресву.

В морфологическом отношении месторождение представляет собой куполовидные остатки древнего кристаллического массива. В геоструктурном отношении месторождение расположено на северо-восточном распространении Звенигородско-Кременчугского типа гранитов.

Массив гранитов Редутского месторождения разбит трещинами на глыбы различной величины. Характер поверхности кристаллического массива неровный, вскрышные породы представлены четвертичными суглинками и песками, а также третичными глауконитовыми песками и глинами. Категории крепости вскрышных пород по трудности экскавации I-II. Для извлечения вскрышных пород, представленных выветренными разностями кристаллических пород, возникает необходимость применения буровзрывных работ. Водовмещающими породами являются мелкозернистые пески. Водоупорами служат глинистые прослойки. Воздушные горизонты маломощные, непостоянные, образовавшиеся от скопления атмосферных осадков. Вторым горизонтом являются грунтовые воды, залегающие в понижениях рельефа гранитного массива. Основным источником пополнения запасов подземных вод являются фильтрационные воды реки Псел и Днепродзержинского водохранилища и в меньшей степени атмосферные осадки. Подземные воды, циркулирующие в толще гранитов – мягкие, гидрокарбонатно-кальциевые.

Крюковское карьероуправление Южной железной дороги разрабатывает Крюковское месторождение, представленное серыми и розовато-серыми гранитами кременчугского типа, содержащими жилы пегматита, аплита, кварца, многочисленные дайки диорита. В геологическом строении месторождения принимают участие кристаллические породы нижнего докембрия (полезное ископаемое) и покрывающие их мощные отложения палеогена и четвертичной системы. Комплекс пород, прикрывающий гранитный массив, состоит из серовато-зеленых глин или светло-серых глауконитовых песчаников. Для разработки нижнего слоя вскрышных пород требуется дополнительный объем работ по бурению и взрыванию. Категория крепости этих пород – IV, V (коэффициент крепости  $f=10-12$ ).

В районе месторождения водоносные горизонты отмечены в нижней части вскрыши и в толще полезного ископаемого. Водоносные горизонты в песках, песчаниках и гранитах имеют гидравлическую связь и составляют фактически единый горизонт. Наблюдаемый наибольший приток воды в карьере составляет  $140,9 \text{ м}^3/\text{час}$ . Контрольный расчет водопритока по методу гидрогеологических аналогий достигает  $341 \text{ м}^3/\text{час}$ . Во взрывных скважинах наблюдается постоянное наличие воды с колебанием ее уровня от 2-х до 16 м.

Карьероуправление «Кварц» Министерства обороны Украины разрабатывает Песчанское месторождение, полезным ископаемым на котором являются свежие нетронутые выветриванием мигматиты, граниты и гнейсы, находящиеся в соотношении 90,0%, 8,3%, 1,7% и залегающие в форме куполообразного поднятия, вытянутого в северо-западном направлении с постепенным погружением кровли кристаллических пород к юго-западу, северо-западу и северо-востоку. Размеры месторождения: длина – 1750 м, ширина – 400 м. Абсолютные отметки кровли мигматитов варьируют от 58,3 до 12,8 м. Мощность полезной толщи в контуре подсчета запасов до абсолютной отметки – 60 м и колеблется от 33,5 и до 86,3 м и в среднем составляет – 59,9 м.

В массиве кристаллических пород выделены пять основных систем трещин: крутопадающие трещины западного, северо-западного простирания, азимут падения ЮЗ  $202^{\circ}$ , угол падения –  $85^{\circ}$ ; крутопадающие трещины восточного и северо-восточного простирания, азимут падения СЗ  $338^{\circ}$ , угол падения –  $89^{\circ}$ ; наклонные трещины южного - юго-западного простирания, азимут падения СЗ  $274^{\circ}$ , угол падения –  $59^{\circ}$ ; наклонные трещины южного - юго-западного простирания, азимут падения ЮЗ  $94^{\circ}$ , угол падения –  $64^{\circ}$ ; полого – падающие трещины южного и юго-западного простирания, азимут падения ЮЗ  $39^{\circ}$ , угол падения –  $5^{\circ}$ . Расстояние между трещинами колеблется от 0,2 до 2,0 м.

Мигматиты в пределах разведанной площади имеют доминирующие распространения и составляют 85-90% разведанных запасов. Они представляют собой крепкую ( $f=10-12$ ) тонко полосчатую породу. Характерной чертой мигматитов является их полосчатость. Состоят они из серого или светло-розового полевого шпата (45-72%), темно-серого кварца (20-40%), биотита (7-28%), роговой обманки (1-12%).

Граниты прослеживаются среди мигматитов в виде небольших тел мощностью 0,5-4,5 м, редко достигают 13,6 м и составляют 8-9% разведанных запасов. Граниты розового цвета, мелкозернистые, массивные, трещиноватые. Состоят из плагиоклаз – элизоклаз (40-50%), кварца (35-45%), биотита (до 7%) и микроклина (18%).

Гнейсы имеют ограниченное развитие и встречаются в виде редких ксенолитов и жил. мощностью 0,5-1,0 м в единичных случаях до 2,9 м. Вскрышные породы представлены выветренными кристаллическими породами, песчаниками (скальная вскрыша) глинами, аржиллитами, дресвой – песками, суглинками, почвой (рыхлая вскрыша). Общая мощность вскрышных пород колеблется от 13,2 до 66,3 м, составляя в среднем по месторождению 33,7, в том числе скальной – 6,1 м.

По условиям залегания и выдержанности качества пород Песчанское месторождение мигматитов и гранитов отнесено к 1-й группе классификации месторождения и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. В пределах месторождения распространены два водоносных горизонта: водоносный горизонт аллювиальных отложений первой террасы реки Днепр; водоносный горизонт трещиноватой зоны кристаллических пород докембрия.

Между собой водоносные горизонты разделены водоупорными отложениями Харьковской и Киевской свит. Верхний водоносный горизонт безнапорный. Мощность водосодержащих пород колеблется от 6,5 до 13,5 м. Глубина залегания уровня изменяется от 0,6 до 6,8 м. Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и талых вод. Основные гидрогеологические параметры изменяются в следующих пределах: дебит – 0,28 до 1,74 м<sup>3</sup>/сек, понижение от 2,48 до 4,8 удельный дебит от 0,10 до 0,43 л/сек, коэффициент фильтрации 21,2 м/л.

Мощность трещиноватой зоны, вмещающей нижний водоносный горизонт в пределах месторождения, составляет 50-70 м. Водоносный горизонт имеет напорный характер, величина напора составляет 7,6 м, увеличиваясь к западу до 30 м. Питание горизонта осуществляется за счет перетекания вод вышележащих горизонтов через «окна» в коре выветривания, киевских и харьковских отложениях и в долинах рек, где кристаллические породы выходят на дневную поверхность. Основные гидрогеологические параметры горизонта следующие: дебит – 0,2 л/сек; понижение – 15,2 м, удельный дебит – 0,007 л/сек; коэффициент фильтрации – 1,62 м/сутки.

Общий водоприток в существующий карьер составляет 500 м<sup>3</sup>/ч, в том числе из аллювиальных отложений – 400 м<sup>3</sup>/час, из трещиноватой зоны кристаллических пород – 100 м<sup>3</sup>/час. Физико-механические свойства полезного ископаемого: плотность – 2,67 – 2,73 г/см<sup>3</sup>; водопоглощение – 0,1 – 0,2%; пористость – 0,75 – 1,89%. Предел прочности при сжатии: в сухом состоянии – 120-140 МПа; в водонасыщенном состоянии – 100 – 140 МПа. Сырьевой базой Днепропетровского рудоуправления ОАО «Полтавский ГОК» является Горишне-Плавнинское месторождение железистых кварцитов. Рельеф в районе месторождения представляет собой плоскую, слегка всхолмленную равнину с гидрографической сетью реки Днепр и ее притоков.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы архейской, протерозойской и кайнозойской систем. Архейские породы представлены гранитоидами и зеленокаменными породами – амфиболитами.

Гранитоиды (граниты, мигматиты, гнейсы) – светло-серого, серого цвета, средне-крупно-зернистые, интенсивно-трещиноватые. Верхние горизонты местами интенсивно выветрены. Расположены они в юго-западной части Горишне-Плавнинского месторождения.

Амфиболиты темно-серого цвета мелкозернистые, массивные, интенсивно трещиноватые, местами окварцованные. В верхней части толщи (гор. +26, +15,0) интенсивно выветренные и местами преобразованы в гидрослюдистые глины.

В составе протерозоя главенствующее место принадлежит свите метаморфических сланцев железистых кварцитов ( $K^2_1$ ,  $K^2_2$ ,  $K^2_3$ ), именуемой Криворожской серией. С поверхности железистые кварциты прикрыты рыхлыми осадочными породами кайнозоя. Из осадочных пород на месторождении развиты суглинки, мелкозернистые пески, глауконитовые глины, алевролиты.

Скальные породы, разрабатываемые буровзрывным способом, представлены (снизу вверх): сланцевой подсвитой  $K^2_1$  – сланцы слюдисто-хлоритовые, гранато-слюдисто-хлоритовые, кварцево-слюдистые с прослойками слаборудных и безрудных кварцитов; породы трещиноватые, обводнены. В верхней части горизонтов + 38 м, + 26 м, +1 м интенсивно разрушены в результате выветривания. Мощность подсвиты 60-80 м; рудными залежами подсвит  $K^2_2$ ,  $K^2_3$ . Промышленные руды приурочены к подсвите  $K^2_2$ , и пачке  $K^2_{22}$ . Рудная залежь подсвиты  $K^2_2$  имеет пластообразную форму и непрерывно прослеживается на север. Подсвита  $K^2_2$  разделена на три горизонта. Горизонт  $K^2_2$  представлен краснополосчатыми, средне- и грубо-слоистыми магнетитовыми кварцитами с содержанием  $Fe_{\text{магн}}$  28-32%.

Горизонт  $K^2_{22}$  составляет среднюю часть подсвиты и сложен серо-полосчатыми, средне- и грубо-слоистыми магнетитовыми кварцитами с содержанием  $Fe_{\text{магн}}$  20-30%, горизонт  $K^2_{23}$  сложен слюдко-магнетитовыми кварцитами с содержанием  $Fe_{\text{магн}}$  27-30%. Магнетитовые кварциты подсвиты  $K^2_2$ ,  $K^2_{22}$  являются легкообогатимыми,  $K^2_{23}$  – труднообогатимыми. Рудная залежь  $K^2_{33}$

заклучена между слаборудными куммингтонито-магнетитовыми кварцитами и сланцами  $K^2_{34}$ ,  $K^2_{32}$ . Породы грубо-слоистые. Мощность толщи 400-450 м. Под вскрышными породами железистые кварциты видоизменились процессами выветривания, образовав полуокисленную и окисленную зону. На верхних горизонтах (полуокисленные), лимонито-мартиновые (окисленные) и сидеритизированные (выщелоченные) разновидности. Все породы верхней части кристаллического массива характеризуются повышенной трещиноватостью, которая прослеживается до глубины 80-120 м. Кристаллические породы залегают в виде крупной складки, замыкающейся на юге месторождения. Простираение крыльев складки близко к меридиальному падению под углом от  $45^0$  до  $90^0$ . Коэффициент крепости скальных пород по шкале проф. М.М. Протодяконова, разрабатываемых буровзрывным способом, колеблется в широких пределах - от  $f=10$  до  $f=20$ . Месторождение железистых кварцитов расположено в пределах первой надпойменной террасы левобережья реки Днепр. В пределах месторождения выделено три водоносных горизонта, четвертичных отложений (песков, суглинков), бучакских отложений (углистые глины, пески), трещиноватые породы кристаллического массива. Водоносный горизонт аллювиальных отложений распространен повсеместно. Средняя мощность его 10 м, водоносный горизонт безнапорный, из него в карьер поступает 80-90% воды от общего водопритока. Водоносный горизонт трещиноватой зоны распространен повсеместно, глубина распространения 60-80 м от поверхности кристаллического массива. В этой зоне заключены напорные воды. Величина напора изменяется от 10-13 м до 100 м, увеличиваясь по мере погружения поверхности кристаллических пород.

Уровень воды в скальных породах колеблется в широких пределах от 0,8 до 2 м (на верхних горизонтах в скважинах 1 ряда), до 12-15 м (на нижних горизонтах в скважинах второго и последующих рядов) и зависит от расположения блоков.

#### **Выводы и направления дальнейших исследований.**

Таким образом, горные породы, подвергающихся взрывному разрушению, характеризуются различной твердостью, минералогическим составом, а соответственно будут отличаться количеством пылегазообразных выбросов в атмосферу карьеров. Этот факт является основанием для детальных полигонных исследований интенсивности дробления различных типов горных пород и путей практического снижения объемов образующихся токсичных выбросов.

#### **Библиографический список**

1. Мирзаев Г. Г. Экология горного производства / Г. Г. Мирзаев, Б. А. Иванов, В. М. Щербаков, Н. М. Проскуряков. - М.: Недра, 1991. - С. 136-141.
2. Бересневич П. В. Микроклимат железорудных карьеров и нормализация их атмосферы / П. В. Бересневич, А. В. Ткаченко. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - С. 87-91.
3. Кутузов Б. Н. Перспективные направления развития взрывного разрушения горных пород / Б. Н. Кутузов, Е. И. Шемякин // Горный журнал. - 1992. - № 3. - С. 3-7.
4. Ефремов Э. И. Проблемы охраны окружающей среды при массовых взрывах на карьерах / Э. И. Ефремов // Вісник АН УРСР. - 1989. - № 11. - С. 64-70.

© Чебенко В. Н., Козловская Т. Ф., 2011.

#### **Анотація**

Розглянуті гірничотехнічні та гідрогеологічні особливості гірських порід, які видобуваються на кар'єрах Полтавського регіону. Охарактеризовано чинники, що впливають на ефективність їх руйнування із застосуванням енергії вибухового імпульсу.

Ключові слова: гірські породи, гідрогеологічні особливості, гірничотехнічні умови, обводненість свердловин.

#### **Abstract**

Mountaintechnical terms is considered and hydrogeological features of rocks, obtained on quarry of the Poltava region. Factors, influencing on efficiency of their destruction with the use of energy of explosive impulse, are described.

Keywords: rock, hydrogeological features, mountaintechnical terms, gap-fillingness by water of mining holes.