

УДК 553.31 : 622.02 (477.63)

**Евтехов В.Д., Прилепа Д.Н., Демченко О.С.,  
Шепелюк М.А., Евтехов Е.В.**

## **ФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РУД АННОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРИВОРОЖСКОГО БАССЕЙНА**

Анновское месторождение является одной из двух сырьевых баз Северного горнообогатительного комбината (СевГОКа). Основное полезное ископаемое месторождения – магнетитовые кварциты – являются бедными магнетитовыми рудами, нуждающимися в обогащении. Месторождение расположено в Северном железорудном районе Кривбасса, пространственно тяготеет к зоне пересечения железорудной толщи двумя глубинными разломами – субмеридиональным Криворожско-Кременчугским (по всему простираанию месторождения) и субширотным Девладовским (преимущественно, в южной его части).

Особенности геологической позиции месторождения определили многоэтапную историю его формирования [3, 6]. К геологическим процессам, оказавшим решающее влияние на строение продуктивной и вмещающих толщ, минеральный и химический состав, физические, технические, технологические характеристики магнетитовых кварцитов, относятся сингенетические (седиментогенез, диагенез, динамотермальный метаморфизм) и эпигенетические (тектогенез, натриевый метасоматоз, гидротермальные явления, шоковый метаморфизм, гипергенез). Их проявление обусловило широкий спектр показателей минерального, химического состава, структуры, текстуры руд месторождения – т. е. характеристик, определяющих плотностные, прочностные показатели, эффективность их обогащения [4, 5, 10].

Продуктивная толща месторождения представлена двумя железистыми горизонтиами саксаганской свиты – пятым и шестым. В их составе в 80-90-х годах XX ст. были выделены около 30 минеральных разновидностей магнетитовых кварцитов. В последующие годы в связи с расширением фронта отработки и увеличением глубины карьера были выявлены еще более 100 минералогенетических разновидностей руд.

Высокая вариативность минерального и химического состава руд и горных пород обуславливает значительную изменчивость их плотностных, прочностных характеристик. Определение их величин, особенностей их взаимного влияния выполнялось, преимущественно, на этапе предпроектных изысканий, проектирования, первых лет работы карьера. На протяжении последующих более 50 лет такие исследования систематически не проводились. С этим связана необходимость актуализации имеющихся представлений о составе, свойствах руд и пород с целью уточнения их минералогенетической, минералоготехнологической, минералоготехнических классификаций, а также геолого-структурной, геолого-минералогической, геолого-технологической, геологотехнических карт месторождения.

Авторы в соответствии со стандартной методикой [5, 8, 10] отобрали в забоях Анновского карьера 100 проб магнетитовых кварцитов продуктивной толщи, а также сланцев, силикатных и некондиционных магнетит-силикатных кварцитов обрамляющих ее толщ, попадающих в контур отработки рудных залежей.

Для материала всех отобранных проб были выполнены сокращенные фазовые анализы железа с определением содержания  $Fe_{\text{общ}}$  и  $Fe_{\text{магн.}}$ . По этим показателям авторы разделили руды и горные породы месторождения на четыре группы:

- руды с наиболее высоким содержанием железа, входящего в состав магнетита ( $Fe_{\text{магн.}}$  более 30 масс.%), – красно- и серослоистые магнетитовые кварциты и продукты их умеренных метасоматических преобразований (рибекитизации, окварцевания), а также соответствующего минерального состава рудные тектониты (брекчии, катаклазиты);

- руды с промежуточным значением содержания  $Fe_{\text{магн.}}$  (от 20 до 30 масс.%) – магнетит-железнослюдковые, железнослюдко-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые, магнетит-куммингтонитовые кварциты, рибекит-магнетит-эгириновые, магнетит-рибекитовые метасоматиты;

- руды с низким содержанием  $Fe_{\text{магн.}}$  (от 15 до 20 масс.%) – магнетит-силикатные кварциты нулевого железистого горизонта, второй подпачки всячей пачки первого железистого горизонта и слабо выветренные магнетитовые кварциты;

- руды и горные породы с очень низким содержанием  $Fe_{\text{магн.}}$  (от 5 до 15 масс.%) – магнетит-силикатные кварциты первой подпачки всячей пачки первого железистого горизонта и сильно выветренные магнетитовые кварциты;

- сланцы и безрудные кварциты нулевого и первого сланцевых горизонтов с содержанием  $Fe_{\text{магн.}}$  менее 5 масс.%.

Для материала всех проб были определены плотностные (плотность, объемная масса и пористость) и прочностные (крепость по М.М.Протодякову и удельная работа разрушения) характеристики [1, 2, 7, 9].

Плотность руд и горных пород месторождения зависит, главным образом, от количественного соотношения в их составе минералов высокой (более 5,0: магнетит – 5,15 г/см<sup>3</sup>; гематит – 5,20 г/см<sup>3</sup>), средней (от 3,0 до 4,5: силикаты, железо-содержащие карбонаты – 3,2-3,5 г/см<sup>3</sup>) и низкой (менее 3,0: кварц – 2,65 г/см<sup>3</sup>; безжелезистые карбонаты – 2,7-2,8 г/см<sup>3</sup>) плотности. В соответствии с результатами определений, руды и горные породы месторождения были разделены на три группы, характеризующиеся:

- высокой плотностью (более 3,5 г/см<sup>3</sup>) – красно- и серослоистые магнетитовые кварциты, магнетит-железнослюдковые, железнослюдко-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые кварциты, окварцованные, брекчированные, катаклазированные, гипергенно измененные разновидности магнетитовых кварцитов, рибекит-магнетит-эгириновые, магнетит-рибекитовые метасоматиты;

- средней плотностью (3,0-3,5 г/см<sup>3</sup>) – магнетит-куммингтонитовые кварциты продуктивной толщи, магнетит-силикатные кварциты нулевого железистого горизонта и первой, второй подпачек всячей пачки первого железистого горизонта;

- низкой плотностью (менее 3,0 г/см<sup>3</sup>) – сланцы, безрудные кварциты нулевого и первого сланцевых горизонтов.

Пористость руд и горных пород определяется действием нескольких факторов. Для Анновского месторождения главными являются их структура, текстура, степень трещиноватости, дробления, измельчения, гипергенных изменений. В соответствии с результатами испытаний, руды и породы месторождения по пористости были разделены на три группы:

- низкой пористости (менее 1,5%) – красно- и серослоистые магнетитовые кварциты, магнетит-железнослюдковые, железнослюдко-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые, магнетит-куммингтонитовые кварциты, окварцованные разновидности магнетитовых кварцитов, рибекит-магнетит-эгириновые, магнетит-рибекитовые метасоматиты, а также сланцы и безрудные кварциты нулевого и первого сланцевых горизонтов;

- средней пористости (1,5-2,5%) – магнетит-силикатные кварциты нулевого железистого горизонта и первой, второй подпачек висячей пачки первого железистого горизонта;

- высокой пористости (более 2,5%) – брекчии, катаклазиты, милониты и гипергенно измененные руды и горные породы.

В связи с невысокими значениями пористости руд и горных пород показатели их объемной массы близки к показателям плотности.

Изменчивость прочности руд и пород изучалась по двум показателям – коэффициенту крепости М.М.Протодяконова и значению удельной работы разрушения. Результаты испытаний показали, что эти параметры характеризуются тесной позитивной корреляционной связью. Главными факторами, определяющими прочность руд и пород Анновского месторождения, являются минералогические (количественное соотношение минералов с разной твердостью и спайностью), текстурные (слоистость, сланцеватость руд и пород) и генетические (главным образом, проявления эпигенетических процессов – метасоматоза, дезинтеграции в зонах разрывных нарушений, выветривания). В соответствии с полученными результатами, руды и горные породы месторождения были разделены на три группы:

- высокой прочности (более 20 ед. по М.М.Протодяконову) – эгинизированные и окварцованные разновидности магнетитовых кварцитов;

- средней прочности (15-20 ед.) – магнетитовые красно- и серослоистые, магнетит-железнослюдковые, железнослюдко-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые, магнетит-куммингтонитовые кварциты, магнетит-рибекитовые метасоматиты, магнетит-силикатные кварциты нулевого железистого горизонта и первой, второй подпачек висячей пачки первого железистого горизонта;

- низкой прочности (менее 15 ед.) – сланцы и силикатные кварциты нулевого и первого сланцевых горизонтов, а также брекчии, катаклазиты, милониты и гипергенно измененные магнетитовые кварциты.

С использованием минералого-технических классификаций на геологической карте месторождения были выделены участки распространения руд и горных пород с разными плотностными и прочностными характеристиками. Анализ полученных результатов свидетельствует об относительной однородности продуктивной толщи Анновского месторождения по физическим и техническим характеристикам руд.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барон Л.И., Коняшин Ю.Г., Курбатов В.М. Дробимость горных пород // Москва: Изд. АН СССР, 1963. – 167 с.

2. **Барон Л.И., Логунцов Б.М., Позин Е.З.** Определение свойств горных пород // Москва: Госгортехиздат, 1962.– 332 с.
3. **Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И. и др.** Геология Криворожских железорудных месторождений // Киев: Изд. АН УССР, 1962.– Т. 1 – 484 с., т. 2 – 567 с.
4. **Гинзбург А.И., Кузьмин А.И., Сидоренко Г.А.** Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ // Москва: Недра, 1981.– 237 с.
5. **Глушко В.Т., Борисенко В.Г.** Инженерно-геологические особенности железорудных месторождений // Москва: Недра, 1978.– 254 с.
6. **Євтєхов В.Д.** Етапи формування комплексної мінерально-сировинної бази залізорудних родовищ Криворізько-Кременчуцького лінеаменту // Відомості Академії гірничих наук України.– 1997.– №4.– С. 111-114.
7. **Ильницкая Е.И., Тедер Р.И., Ватолин Е.С., Кунтыш М.Ф.** Свойства горных пород и их определение // Москва: Недра, 1969.– 392 с.
8. **Коц Г.А., Чернопятов С.Ф., Шманенков И.В.** Технологическое опробование и картирование месторождений // Москва: Недра, 1980.– 289 с.
9. **Ржевский В.В.** Физико-технические параметры горных пород // Москва: Наука, 1975.– 211 с.
10. **Тохтуев Г.В., Борисенко В.Г.** Механические свойства горных пород Кривого Рога // Сборник научных трудов Научно-исследовательского горнорудного института.– 1962.– 84-103.