

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В НАПРАВЛЕНИИ ПОВЫШЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

*В статье показана высокая эффективность комплексной разработки залежей железистых кварцитов. Их переработка позволяет повысить эффективность работы горного предприятия, за счет переработки минерального сырья, с учетом того, что на данном этапе все попутно добываемые нерудные полезные ископаемые из вмещающих скальных пород и рыхлой вскрыши кайнозоя сбрасываются в смешанные отвалы.*

**Ключевые слова:** геология месторождения, кварциты, амфиболиты, тальковые сланцы, комплексная переработка.

Основой данной работы явились результаты проведения всесторонних исследований комплексного использования железных руд, сопутствующих полезных ископаемых и отходов обогащения.

Весьма высокая комплектность железорудных месторождений обусловлена особенностями генезиса, геологических условий залегания и состава железистых кварцитов, вмещающих, боковых и вскрышных пород. Особенностью кремнистых железистых осадочных вулканогенных формаций является ритмичное чередование различных по литолого-фациальному составу метаморфических пород: железистых неокисленных магнетитовых, силикатно-магнетитовых, магнетит-карбонат-силикатных и окисленных магнетит-гематитовых кварцитов, разнообразных сланцев, безрудных кварцитов и карбонатных пород [1; 2; 3]. В границах месторождений, вскрываемых карьерами, залегают разнообразные докембрийские боковые кристаллические породы, представленные гранитами, мигматитами, гнейсами, амфиболитами и др. [4; 5].

Вскрываемый карьерами покров осадочных пород кайнозоя сложен разнообразными массивными суглинками, глинами, песками, известняками, мергелями и другими породами. [6]. Железные кварциты вследствие развивающихся длительное время различного рода эпигенетических, особенно метасоматических процессов (куммингинизация, рибекитизация и т. д.) претерпели значительные изменения. Поэтому они отличаются большим разнообразием вещественного состава и текстурно-минералогических особенностей, что обусловлено наличием среди них множества качественных разновидностей и технологических типов. Из них в настоящее время используется для переработки на железорудный концентрат в основном только неокисленные магнетитовые кварциты основных продуктивных толщ, составляющие в среднем 2/3 всего количества добываемых железистых кварцитов. Остальные разновидности кварцитов (окисленные и неокисленные малорудные), составляющие примерно 1/3 всей добычи, не используются для переработки, сбрасываются в отвалы либо частично (окисленные) временно складываются. Все попутно добываемые разнообразные нерудные полезные ископаемые из вмещающих скальных пород и рыхлой вскрыши

кайнозоя сбрасываются в смешанные отвалы.

В связи с этим повышение эффективности горно-добычных работ за счет комплексной добычи и переработки сырья является актуальной задачей для предприятий отрасли.

При разработке месторождений необходимо обеспечивать применение наиболее рациональных и эффективных методов добычи основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и извлечение содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение, недопущение сверхнормативных потерь и сверхнормативного разубоживания полезных ископаемых, а также выборочной отработки богатых участков месторождений; доразведка месторождений, недопущение порчи разрабатываемых и соседних с ними месторождений, сохранение и учет попутно-добываемых временно не используемых полезных ископаемых, а также отходов производства, содержащих полезные компоненты; рациональное использование вскрышных пород и отходов производства, а также правильное их размещение.

Выполнение исследования базировалось на комплексном использовании минеральных ресурсов по трем направлениям: геологическим (достаточность и комплексность минеральных ресурсов); технологическим (применение прогрессивной технологии разработки); экономическим (народно-хозяйственная оценка эффективности комплексного использования месторождений, обеспечивающая высокую рентабельность производства).

Тальковые сланцы. Тальк представляет собой гидросиликат магния. В виде отдельных кристаллов тальк встречается редко, обычно образует скрытокристаллические плотные или чешуйчатые и листовидные агрегаты. Тальк в плотных агрегатах называют стеатитом (талькохлорит), в сланцевых – тальковым сланцем.

Отдельные чешуйки талька гибкие, но не упругие. При температуре около 900 °С тальк деградирует, при температуре 1530 °С – плавится. Обладает способностью хорошо обрабатываться и легко измельчаться в тонкий порошок со средней равномерностью 0,03-0,04 мм. Хорошо противостоит действию кислот, щелочей, минерализованной воды, относится к плохим проводникам тепла и электричества.

Тальк обладает субстратным действием, т.е. способностью удерживать на поверхности своих частиц как на химически инертной основе некоторые активные химические вещества. На этом свойстве основано его применение в производстве инсектофунгицидов.

Часто тальковые породы и породы, содержащие более 75% талька, называют талькитами. Наряду с такими породами промышленность использует также содержащие 35-75% талька, так называемые тальковые камни. Среди них выделяют тальк-магнетитовые, тальк-доломитовые и тальк-хлоритовые, а также промежуточные разности.

Твердость тальковых камней изменяется от 1 до 3,5, температура плавления их изменяется в пределах 1350-1400°C. Малые карбонатитные камни являются щелочеупорными, а тальк-хлоритовые – щелоче – и кислотоупорными.

По кристаллической структуре, физическим и техническим свойствам к тальку очень близок минерал пиррофиллит, визуально это минералы неразличимы. Пиррофиллит и тальк, имея сходные кристаллические решетки, не только близки по своим физическим свойствам, но мало отличаются друг от друга по технологическим свойствам и по области применения в промышленности.

Тальковый порошок используется различными отраслями промышленности в качестве наполнителя.

В бумажной промышленности белый или слегка сероватый порошок вводится в состав бумажной массы, что повышает прочность и гляцевитость бумаги, понижает её гигроскопичность, придает восприимчивость типографский краске.

В керамической промышленности тальк является важной составляющей частью шихты при производстве электроизоляционного фарфора, технической и бытовой посуды, облицовочных стеновых плит.

В резиновой промышленности тальк используется как наполнитель в резиновой смеси и для припудривания резины; в химической промышленности – при производстве инсектицидов как наполнитель.

В парфюмерной и фармацевтической промышленности молотый тальк служит сырьем для производства пудры и присыпок, а также в качестве наполнителя для таблеток.

В кондитерской промышленности тальковый порошок применяется как полировочный материал для придания блеска конфетам и как обсыпка для их дешевых сортов с целью придания блеска поверхности конфет и предохранения их от слипания.

Тальковый порошок используется также в лакокрасочной, кровельной и кабельной промышленности, в литейном деле, цементном, текстильном, пластмассовом производстве, для изготовления смазок и цветных карандашей.

Качество талька как наполнителя зависит от содержания в нем окислов железа, поэтому наиболее важным требованием к тальку, идущему на помол, является минимальное содержание в нем этих окислов. Выяснено, что закисное железо, изоморфно входящее в решетку самого минерала талька, значительно менее вредно, чем окисное, входящее в состав сопутствующих минералов. Присутствие окислов железа отражается на цвете талькового порошка, ухудшает его керамические свойства, огнеупорность и вредно влияет на химические свойства изделий.

Минералогически чистый тальк в природе встречается редко. Вместе с другими минералами тальк

образует тальковые породы. Сопутствующими минералами чаще всего являются серпентин, хлорит, магнезит, доломит. Содержание талька в породах колеблется от 45 до 75%. В бедных тальковых породах он представлен, как правило, тонкими кристаллами.

В России разрабатываются талькосодержащие месторождения, в частности Нотское в Иркутской области, Сыростанское в Челябинской области. В Украине тальковых месторождений не обнаружено.

Тальк относится к естественным аполярным минералам, обладающим высокой флотуемостью и способным флотироваться в присутствии одних вспенивателей. При флотации талька для обеспечения высокого извлечения в концентрат приходится применять не только вспениватель, но и собиратели-вспениватели (керосин и др.).

В результате применения этих реагентов магнезит флотуется в весьма небольшой степени, что и обеспечивает достаточную избирательность флотационного процесса. Применение небольшого количества серной кислоты для снижения pH пульпы до 6-6,5 pH улучшает избирательность флотации, уменьшая переход в концентрат магнезита и окислов. Флотационные концентраты подвергаются доводке на магнитных сепараторах.

К настоящему времени на обогатительной фабрике Шадровского талькового комбината (Россия) используется малотоксичный вспениватель (отход производства синтетического каучука).

Тальковые сланцы Ингулецкого месторождения (Украина, Кривбасс) залегают в виде пласта мощностью 50-80м, окаймляющего железорудные залежи, и относятся к вскрышным породам. При разведке месторождения запасы тальковых сланцев не подсчитывались, технологические испытания не проводились, возможные области не определялись. По предварительным оценкам Треста «Укргеология», запасы тальковых сланцев составляют 20-22 млн т.

В связи с необходимостью расширения карьера в северо-восточном направлении возникла необходимость отработки и складирования тальковых сланцев с учетом возможности сохранения потенциальной ценности и использования в будущем. Проблемной лабораторией комплексного освоения месторождений минерального сырья Украины ДГИ разработаны схемы отвалообразования, позволяющие совместно складировать на ограниченных площадях для последующего использования тальковые сланцы и известняки ИнГООКа. Тальковые породы здесь представлены хлорито-тальковыми, хлорито-амфиболовыми, кабанатно-талько-амфиболовыми сланцами и другими породами.

Длина талькосодержащего горизонта, по простирацию в контурах ИнГООКа, составляет 2 км. Горизонтальная мощность в северной части – 40 м, в южной – 100 м, глубина распространения до 400 м. Запасы тальковых сланцев в контурах карьера по данным ДГИ составляет 15-20 млн тонн. Ежегодное извлечение тальковых сланцев по данным института «Кривбасспроект» колеблется от 400 тыс. м<sup>3</sup> до 1,0 млн. м<sup>3</sup>.

Исследования НИГРИ (Кривой Рог) показало, что тальковые сланцы Ингулецкого месторождения пригодны для использования в керамической, резинотехнической, лакокрасочной промышленности.

Кроме того, эти работы показали перспективность исследований тальковых сланцев на предмет получения

Ti, Cr, Ni, Co, V и Cu.

Исследованиями КПИ (Киев) установлена возможность использования тальковых сланцев ИнГОКа для производства портландцемента, шлакопортландцемента и шлакового цемента повышенной основности. Исследования подтверждены промышленными испытаниями на Криворожском цементном заводе.

Кроме тальковых сланцев извлекаются на поверхность из карьеров сланцы хлорито-амфиболовые – сырье для получения гранатового концентрата. Из аркозо-филлитовых сланцев извлекаются слюдистые минералы для электромеханической промышленности, а также щебень марки 1000 – по дробимости. Из шлакоситаллов можно изготавливать водостойкие лаки и краски, портландцемент. Шлакоситаллы служат сырьем для резинотехнических изделий, кровельных материалов

При ведении горных работ извлекаются в больших объемах граниты – для получения щебня тяжелых бетонов и балластировки железнодорожного полотна. Из мигматитов получают декоративный щебень, бутовый камень, отделочную плитку.

Особенно интересны амфиболиты – сырье для каменного литья и изоляционных материалов (декоративный щебень, бутовый камень, отделочные плиты, высококачественный щебень и др.).

В больших количествах встречаются суглинки, глины, пески, известняки – сырье для производства кирпича и керамических изделий.

Запасы бокситов с низким содержанием кремнезема (основного алюминиевого сырья) на Украине весьма ограничены, поэтому в переработку начинают вовлекаться бокситовые породы из коры выветривания

амфиболитов. Применение бокситов для специальных цементов улучшает их способность к быстрому затвердеванию и повышает устойчивость коррозии сернокислыми водами. Для приготовления шихты клинкера цемента используются породы коры выветривания амфиболитов и породы известняков ИнГОКа. Сопоставление химического состава известняков ИнГОКа с требованиями цементной промышленности показывают, что среди первых имеются разновидности, являющиеся потенциальным сырьем для производства вяжущих материалов. Исследовалась также возможность использования бокситоподобных пород как пигментного сырья. Делались добавки данного материала в брекчиевую плитку и приготавливались специальные композиционные смеси. В первом случае пигмент оказался безвредным, светоустойчивым. Свой цветовой фон он передавал бетонной смеси и применялся при производстве брекчиевой плитки. Композиционные смеси для покрытия строительных изделий приготавливались также из бокситовидных пород, тальковых сланцев и известняков, а также жидкого стекла. Каждой смесью в жидком состоянии покрывалась поверхность кирпича и обжигалась в муфельной печи при температуре 900 °С в течении 3 часов. Поверхность устойчива к растрескиванию, не размокает после длительного воздействия влаги, имеет привлекательный цвет, который можно менять.

Таким образом, комплексные разработки железорудных месторождений позволяют повысить рентабельность добычи основного сырья – железной руды и освобождает Украину от импорта минерального сырья.

### Список литературы

1. Щербак Н. П. Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Стратиграфия / Н. П. Щербак.– Киев: Наукова думка, 1988. – 192 с.
2. Плотников А. В. Строение Криворожско-Кременчугской шовной зоны. / А. В. Плотников, И. Ю. Петрусенко// Доп. в УкрИНТЭИ. 20.1296, № 322-У1-96. – Кривой Рог: КТУ, 1996. – С. 11.
3. Тохтуев Г. В. Геология Криворожских железорудных месторождений / Г. В. Тохтуев, Г. Ю. Фоменко, Я. Н. Белявцев. – К.: Изд-во АН УССР, 1962. – Т1. – 448с.
4. Половинкина Ю. И. Тальковые сланцы Кривого Рога, их генезис и стратиграфическое положение / Ю. И. Половинкина // Петрографический сборник ВСЕГЕИ. – 1955. – №1. – С. 5–42.
5. Куделя А. Д. Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных горнообогатительных комбинатов УССР / А. Д. Куделя. – Киев: Наукова думка, 1984 – 496с.
6. Комплекс ресурсо- и энергосберегающих технологий, добычи и переработки минерального сырья, техническое оборудование и системы управления для мониторинга и оптимизации горного производства / Азарян А. А., Вилкул Ю. Г., Капленко Ю. П., и др. – Кривой Рог: Минерал, 2006. – 485с.

### РЕЗЮМЕ

**Рибалко Людмила**

**Технологічна і екологічна доцільність комплексного використання мінеральних ресурсів у напрямку підвищення рентабельності роботи підприємства**

У статті показана висока ефективність комплексної розробки покладів залізистих кварцитів. Їх переробка дозволяє підвищити ефективність роботи гірничого підприємства за рахунок переробки мінеральної сировини, з урахуванням того, що на сучасному етапі всі побіжно видобуті нерудні корисні копалини, які вміщуються у скельних породах та з пухкого розкриття кайнозою, скидаються в змішані відвали.

### RESUME

**Rybalko Lyudmyla**

**Technological and environmental feasibility of complex use of mineral resources in directions of increasing of profitability of enterprises**

The article shows the high efficiency of the integrated development of deposits of ferruginous quartzite. Their recycling can improve the efficiency of the mining enterprise through the processing of minerals.

**Стаття надійшла до редакції 10.03.2013 р.**