

УДК 622.7:502.17

**Г.П. АНДРОНОВ**, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация

**И.Б. ЗАХАРОВА**, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация

**Н.М. ФИЛИМОНОВА**, ведущий технолог Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация

## ОСОБЕННОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ РУД КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНА

Горно-обогатительное предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» производит минеральные концентраты: апатитовый, магнетитовый и бадделеитовый. Увеличение и стабилизация минерально-сырьевой базы комбината связана с освоением техногенных ресурсов. Это позволяет получать дополнительную продукцию (концентраты), и обеспечивает снижение экологической нагрузки на природную среду за счет сокращения объема техногенных образований при максимально возможном извлечении полезных компонентов.

**Ключевые слова:** месторождение, обогащение, магнетитовый концентрат, апатитовый концентрат, бадделеитовый концентрат, техногенное месторождение, извлечение компонентов, техногенная безопасность.

Горно-обогатительное предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» расположено на территории Мурманской области (Кольский полуостров) – одном из наиболее развитых горнорудных регионов России. Объем перерабатываемой горной массы на предприятии достиг 16 млн тонн в год. Сохранение и увеличение объемов выпуска железорудного, апатитового и бадделеитового концентратов – основная задача, решаемая с учетом антропогенного влияния на состояние объектов окружающей среды. В структуру комбината входят 2-е обогатительные фабрики – магнетит-обогатительная (МОФ), выпускающая железорудный концентрат, и апатит-бадделеитовая (АБОФ) – апатитовый и бадделеитовый концентраты [1]. Перерабатывая последовательно на фабриках в основном бадделеит-apatит-магнетитовую руду карьера «Железный» текущие отходы (хвосты) обогащения АБОФ в виде пульпы направляются в хвостохранилище II. В процессе обогащения на фабриках используют

оборотную воду хвостохранилища (рисунок 1).

ОАО «Ковдорский ГОК» уникальное предприятие – первое в регионе и одно из первых в России с 1991 году ведет переработку песков техногенного месторождения - отходов обогащения МОФ. Перерабатывая в среднем 3-5 млн тонн песков в год комбинат дополнительно получает 0,4-0,5 млн т апатитового концентрата и 1-2 тыс. т бадделеитового концентрата. Техногенное сырье - сложный минеральный комплекс, размер частиц которого менее 0,2 мм, с измененными поверхностными свойствами минералов под воздействием окружающей среды и остаточных реагентов. За счет сегрегации минеральных частиц в период складирования произошло перераспределение песков по крупности. Отработав верхние горизонты - более крупные пески, в нижних слоях увеличилось содержание тонких фракций (минус 0,071мм) до 50-70%.

Обогащение «тонкого» сырья требует предварительной подготовки материала. В Горном институте КНИЦ РАН разработана

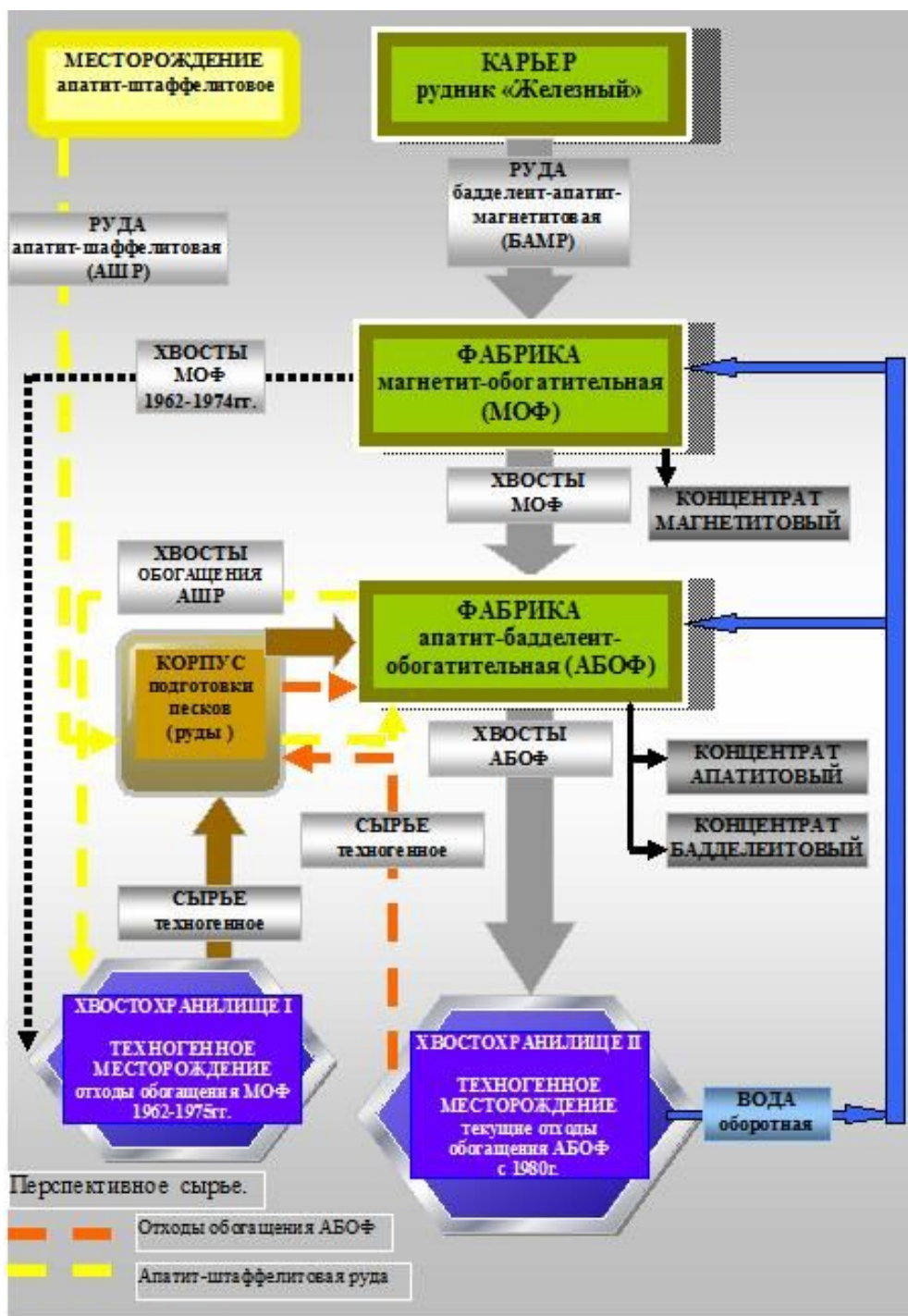


Рисунок 1 - Перспективная схема развития сырьевой базы ОАО «Ковдорский ГОК»

технология обогащения апатитсодержащего техногенного сырья с содержанием больше 70% класса крупности минус 71 микрон, которая технически осуществлена и действует с 2007 года на введенном в эксплуатацию корпусе подготовки песков техногенного месторождения [2].

Увеличение и стабилизация минерально-сырьевой базы ОАО «Ковдорский ГОК»

связано с освоением техногенных ресурсов, что позволяет не только получать дополнительную продукцию (концентраты), но также обеспечивает снижение экологической нагрузки на природную среду за счет сокращения объема техногенных образований при максимально возможном извлечении полезных компонентов.

В 2014-2015 гг. завершается реализация проекта - освоение техногенного месторождения (хвостохранилище I) – успешного для ОАО «Ковдорский ГОК»: в течение 22 лет переработано около 70 млн т отходов обогащения МОФ [3]. Достигнуто сокращение

площадей занимаемых техногенными образованиями, что также дает возможность использовать освободившееся хвостохранилище под текущие отходы обогащения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Отработанное хвостохранилище отходов МОФ

Основная стратегия развития ОАО «Ковдорский ГОК» связана с увеличением объемов минерально-сырьевой базы. В качестве перспективного источника сырья рассматривается в первую очередь месторождение апатит-шляпфелитовых руд (АШР) с запасами около 60 млн тонн. Месторождение

отличается от перерабатываемых на комбинате руд минеральным составом (рисунок 3), а также физико-техническими характеристиками сырья, что требует их предварительной подготовки и отдельной линии обогащения.

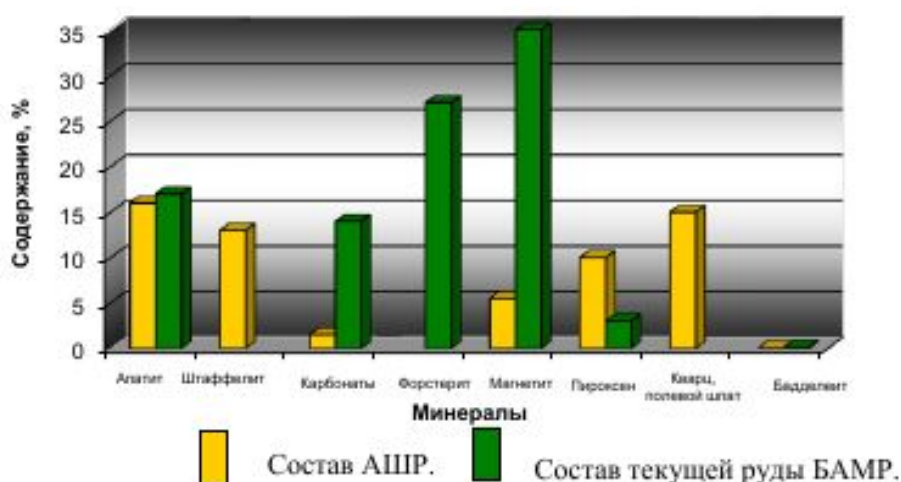


Рисунок 3 - Минеральный состав руды

В Горном институте КНЦ РАН совместно с ГИГХС и сотрудниками ОАО «Ковдорский ГОК» разработана технология ком-

плексного обогащения АШР с получением апатит-шляпфелитового и магнетитового концентратов. Показана возможность выде-

ления бадделеитового и вермикулитового концентратов. В настоящее время по выполненному проекту планируется строительство корпуса дробления руды с дальнейшей ее подготовкой в действующем корпусе для техногенного сырья. Отходы обогащения АШР планируется направлять в освободившееся хвостохранилище I (рисунок 1). Эксплуатацию месторождения апатит-штаффелитовой руды планируется осуществлять в течение 7-10 лет, при условии переработки 5-7 млн т руды в год.

Успешный опыт промышленного использования на комбинате сырья техногенного месторождения – отходов обогащения МОФ, его технологическая, экономическая и экологическая эффективность дали основание к рассмотрению отходов обогащения АБОФ -

техногенного месторождения (хвостохранилище II) как перспективного минерально-сырьевого ресурса предприятия.

В Горном институте разработана и проверена в опытно-промышленных условиях технология обогащения песков техногенного месторождения для действующего хвостохранилища с получением апатитового – 37-38%  $P_2O_5$ , железорудного – 63-64%  $Fe_{общ}$  и бадделеитового концентратов. Запасы техногенного месторождения составляют около 190 млн т с содержанием 4,5-5,0%  $P_2O_5$ ; 3,5-4,0%  $Fe_{общ}$  и 0,21%  $ZrO_2$ . Сравнительный состав минеральный сырья отработываемого техногенного месторождения и перспективного техногенного месторождения представлен на рисунке 4.

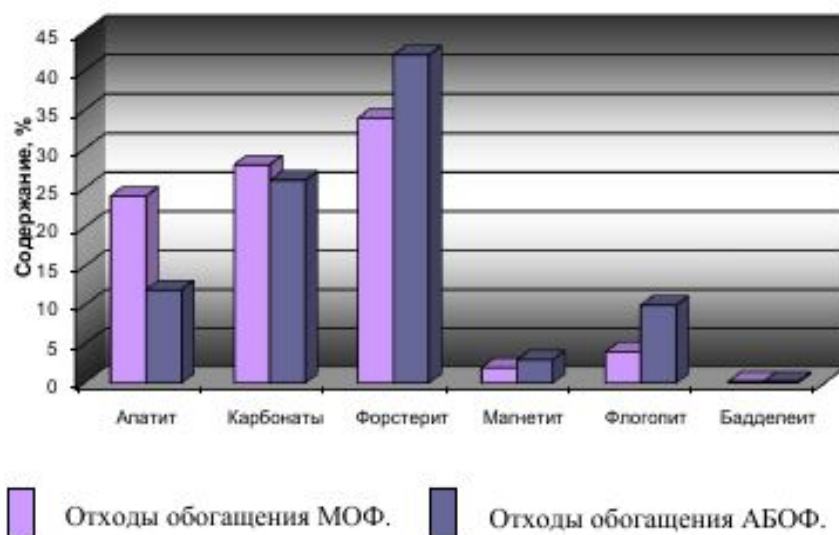


Рисунок 4 – Минеральный состав отходов обогащения

Подготовку песков – измельчение, обесшламливание планируется осуществлять в корпусе предварительной подготовки руды, а дальнейшее обогащение руды – флотация,

гравитация на оборудовании АБОФ. После доизвлечения полезных компонентов, отходы обогащения в меньшем объеме возвращаются в хвостохранилище.

### Выводы

Развитие ОАО «Ковдорский ГОК» - расширение сырьевой базы, увеличение выпуска минеральных концентратов связано с вовлечением в переработку отходов обогащения комбината, что повышает в тоже время техногенную безопасность региона и содействует реализации стратегии устойчивого развития общества.

В процессе эксплуатации техногенного месторождения (отходы магнито-обогат-

ительной фабрики) показана экономическая эффективность, накоплен практический опыт, получены научные результаты на стадии добычи и обогащения сырья сложного вещественного состава. Освободившиеся площади хвостохранилища можно использовать повторно, без дополнительных затрат и нарушения окружающей природной среды для складирования отходов обогащения перспективных руд.

Положительный опыт освоения месторождения техногенных песков, разработанная технология обогащения дает основание рассматривать отходы обогащения апатит-бадделеитовой фабрики в качестве перспективного для ОАО «Ковдорский ГОК» источника сырья при получении дополнительного количества апатитового, магнетитового

и бадделеитового концентратов. В данном случае интересы комбината и его экономическая стабильность тесно связаны с решением экологических проблем, направленных на снижение техногенной нагрузки на окружающую среду.

#### Перечень ссылок

1. Модернизация минерально-сырьевой базы в стратегии долгосрочного развития Ковдорского ГОКа / А.И. Петрик, А.Н. Быховец, В.А. Сохарев [и др.] // Горный журнал. - 2012. - №10. - С.12-17.
2. Разработка и обогащение лежалых обводненных хвостов / Г.Е. Тарасов, А.Н. Быховец, А.В. Сидоренков [и др.] // Горный журнал. – 2002. - спец. вып. - С.34-38.
3. Основные итоги и уроки реализации инновационного проекта крупномасштабного освоения техногенного месторождения отходов обогатительного производства / А.А. Данилкин, С.В. Ивановский, С.В. Семкин [и др.] // Горный журнал. - 2012. - №10. - С.12-17.

*Стаття надійшла до редколегії 19.04. 2013 р. російською мовою  
Стаття рекомендована членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем*

**Г.П. АНДРОНОВ, І.Б. ЗАХАРОВА, Н.М. ФІЛІМОНОВА**

*Федеральна державна бюджетна установа науки  
Гірничий інститут Кольського наукового центру Російської академії наук,  
м. Апатити, Російська Федерація*

#### ОСОБЛИВОСТІ ЗБАГАЧЕННЯ РУД КОВДРОВСЬКОГО РОДОВИЩА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА РЕГІОНУ

Гірничо-збагачувальне підприємство ВАТ «Ковдорський ГЗК» виробляє мінеральні концентрати: апатитовий, магнетитовий і бадделеїтовий. Збільшення і стабілізація мінерально-сировинної бази комбінату пов'язана з освоєнням техногенних ресурсів. Це дозволяє отримувати додаткову продукцію (концентрати), і забезпечує зниження екологічного навантаження на природне середовище за рахунок скорочення об'єму техногенних утворень при максимально можливому вилученні корисних компонентів.

*Ключові слова:* родовище, збагачення, магнетитовий концентрат, апатитовий концентрат, бадделеїтовий концентрат, техногенне родовище, вилучення компонентів, техногенна безпека.

**I.B. ZAKHAROVA, G.P. ANDRONOV, N.M. FILIMONOVA**

*Mining Institute of the Kola Science Center RAS, Apatity, Russia*

#### FEATURES OF ORES PROCESSING FROM THE KOVDOR DEPOSIT AND TECHNOGENIC SAFETY OF REGION

The "Kovdorsky GOK" JSC produces apatite, magnetite and baddeleyite concentrates. The increase and stabilization of mineral resources of the enterprise is connected with development of technogenic deposits. This allows the additional producing of concentrates, and decreases an impact on environment due to reduction of technogenic formations at the maximum recovery of useful components.

*Keywords:* deposit, ores processing, magnetite concentrate, apatite concentrate, baddeleyite concentrate, technogenic safety, recovery components, technogenic deposits.