

УДК 622.7.017:2; 622.7:504.064.43

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ РЕЗЕРВНОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

**И. В. Мелик-Гайказов¹, Т. А. Ковырзина¹, Ф. Д. Ларичкин²,
В. И. Белобородов³, В. Н. Переин⁴**

¹ ОАО «Ковдорский ГОК»

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина КНЦ РАН

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт КНЦ РАН

⁴ ОАО «Мурманская ГРЭ»

Анализируются технико-экономические показатели и эффективность добычи и переработки хвостов обогащения 1-го поля хвостохранилища ОАО «Ковдорский ГОК». На основе опыта геологоразведочных работ в условиях эксплуатируемого хвостохранилища, разработки комбинированной технологии переработки с получением стандартных железорудного, апатитового и бадделеитового концентратов выполнена технико-экономическая оценка эффективности утилизации более бедных хвостов 2-го поля хвостохранилища. В результате работ подготовлена дополнительная долгосрочная сырьевая база предприятия в виде техногенного месторождения в объеме более 115 млн т, кроме того, подсчитаны прогнозные относительно более богатые ресурсы сырья 78,5 млн т в зоне пруда-отстойника, недоступные для ведения геологоразведочных работ.

К л ю ч е в ы е с л о в а : геологоразведочные работы, отходы обогащения, комбинированная переработка, экономика утилизации отходов, резервная сырьевая база.

**I. V. Melik-Gaikazov, T. A. Kovyrzina, F. D. Larichkin, V. I. Beloborodov,
V. N. Perein. ECONOMIC EFFICIENCY OF ORE PROCESSING WASTE
RECYCLING AND PREPARATION OF RAW MATERIAL RESERVES OF AN
ENTERPRISE**

We analyse the technical and economic indicators and the efficiency of extraction and processing of concentration wastes from the 1st field of the tailings dump of OJSC "Kovdorskiy Mining and Processing Plant". On the basis of the experience of geological prospecting at an operating tailings dump, elaboration of an integrated processing technology yielding standard iron ore, apatite and baddeleyite concentrates a technical-economic estimation of the efficiency of recycling poorer tailings from the 2nd field of the dump was carried out. As a result, an additional long-term raw material pool in the form of a man-made deposit of over 115 mln tons was prepared for the company, and inferred relatively richer resources of 78.5 mln tons were estimated to be available in the sump pond area inaccessible for geological prospecting.

Key words: geological prospecting, concentration wastes, combined processing, economy of waste recycling, raw material reserves.

Вопрос о возможности и целесообразности вторичной переработки отходов 1-го поля хвостохранилища для получения апатитового и бадделеитового концентратов возник в связи с решением проблемы рационального использования руд Ковдорского месторождения в 1976 г., поскольку содержание ценных компонентов в заскладированных хвостах 1-го поля (P_2O_5 – 9,6–10,8 %, ZrO_2 – 0,26–0,3 %) существенно выше, чем в добываемой руде (соответственно – 7,1–7,2 и 0,15–0,16 %).

Возможность и целесообразность вторичной переработки отходов обогащения предприятия изучалась и оценивалась Мурманской геологоразведочной экспедицией, «Механобром», Институтами Кольского научного центра РАН, лабораторией обогащения ОАО «Ковдорский ГОК» в несколько этапов на пробах разных участков хвостохранилища, в различных социально-экономических условиях, с перерывами с 1976 по 2008 г. Опытнo-промышленная эксплуатация техногенного месторождения в пределах 1-го поля хвостохранилища была начата в сентябре 1995 г., а промышленная в соответствии с проектом ОАО «Гипроруда» и НИПЕЦ «Промгидротехника» по производству горных работ, осушения карьерного поля, транспорта и электроснабжения объектов карьера с 30 декабря 1998 г.

Основные результаты геологического, технологического изучения объекта, опытнo-промышленных испытаний, промышленного опыта повторной переработки хвостов 1-го поля хвостохранилища, выявленных проблем и путей их решения изложены в статьях исследователей, проектировщиков и эксплуатационников в специальном выпуске Горного журнала (2002 г.). При снижении спроса на железорудный концентрат и повышенном спросе на апатитовый и бадделеитовый как на внутреннем, так и на внешнем рынках, вовлечение в эксплуатацию рыхлых отходов при сокращении добычи первичной руды, требующей буровзрывных работ и дробления, достаточно высокорентабельное использование техногенного месторождения позволило существенно повысить эффективность функционирования предприятия в целом.

В начальный период сырье техногенного месторождения и руда коренного месторождения перерабатывались раздельно во времени (две декады руда и одна декада в месяц – хвосты) на одних и тех же производственных обогатительных площадях с раздельным учетом технологических и экономических показателей. Причем затраты на обогатительный передел распределялись между разными видами

сырья (рудой и хвостами) пропорционально переработанным объемам, т. е. весовым методом. В 2004–2005 гг. в связи с увеличением спроса на железорудный концентрат, хвосты практически не перерабатывались (*переработка хвостов осуществлялась не более месяца в год*), с мая 2006 г. хвосты перерабатывались совместно с рудами коренного месторождения по общей технологической схеме, что практически исключало возможность определения технико-экономических показателей по использованию хвостов. С июля 2007 г. организована переработка хвостов техногенного месторождения на вновь построенной на предприятии, но не полностью еще оборудованной обогатительной Песковой фабрике (ПФ), которую в перспективе планируется использовать для переработки фосфатных апатит-штаффелитовых руд подготавливаемого к эксплуатации месторождения. С 2008 г. на предприятии в полном объеме организован учет и отражение в отчете экономических параметров производства на ПФ апатитового и бадделеитового концентратов, с учетом затрат на доводку черного бадделеитового концентрата ПФ на АБОФ.

С вводом новой фабрики, специализированной на переработку хвостов, и задачей обеспечения ее сырьем на длительную перспективу было принято решение о геологическом изучении качественного состава, обогатимости и запасов хвостов 2-го поля в объеме, достаточном для технико-экономического обоснования эффективности их промышленного освоения. Использование накопленного предприятием многолетнего положительного опыта, выявленных при этом особенностей, проблем, закономерностей высокорентабельной промышленной эксплуатации техногенного месторождения с производством апатитового и бадделеитового концентратов является необходимым условием объективной оценки возможности и эффективности повторной переработки более бедных отходов (хвостов), накопленных на предприятии в более поздние годы и заскладированных во 2-м поле хвостохранилища.

Второе поле хвостохранилища ОАО «Ковдорский ГОК» расположено в долине ручья Можель в 3,5 км южнее г. Ковдор. Оно отделено от первого поля дамбой и представляет собой юго-восточную часть хвостохранилища. Поскольку хвостохранилище расположено в долине ручья с притоками, то низкие части рельефа перегорожены дамбами. Значительную часть площади поля занимает акватория бассейна оборотного водоснабжения, уровень воды в

котором находится на абсолютной отметке +276,2 м. Глубина отстойника в наиболее глубоком месте достигает 16,6 м. Посередине акватории пруда-отстойника (бассейна оборотного водоснабжения) располагается водоспускной колодец, по которому осветленная вода поступает в гидросистему вторичного отстойника. Общая площадь 2-го поля хвостохранилища 667,8 га, длина – 4,0 км, ширина – 2,5 км.

Сопоставление минерального состава хвостов 1-го и 2-го поля показало, что хвосты 2-го поля хвостохранилища в сравнении с хвостами 1-го поля идентичны по минеральному составу, но более бедные по содержанию апатита и содержат большее количество магнетита, форстерита, флогопита. Карбонаты в хвостах обоих полей находятся в равных количествах.

Кроме того, содержание минералов в хвостах 2-го поля колеблется в более узком диапазоне, чем в хвостах 1-го поля. Таким образом, минеральный состав хвостов обогащения 2-го поля хвостохранилища довольно выдержанный и, как следствие этого, химический состав их колеблется также в небольших интервалах.

Сопоставление средневзвешенных содержаний основных химических компонентов в хвостах 1-го и 2-го полей хвостохранилища показало, что значительное изменение химического состава хвостов произошло только по содержанию P_2O_5 и ZrO_2 . В хвостах 2-го поля по сравнению с 1-м полем содержание P_2O_5 понизилось с 8–12 % до 3–6 % (на 55 % относительно), а ZrO_2 – с 0,24–0,31 % до 0,19–0,25 % (20 % относительно), что связано с извлечением из руд Ковдорского месторождения апатита и бадделеита после запуска АБОФ.

В результате лабораторных и опытно-промышленных испытаний Горным институтом КНЦ РАН разработана технологическая схема для обогащения хвостов 2-го поля хвостохранилища. При этом в качестве рудоподготовки предложено одностадийное измельчение в замкнутом цикле с классификацией. Необходимость подготовительной операции обусловлена наличием сростков полезных минералов (магнетита, апатита, бадделеита), а также присутствием крупных зерен апатита в граничных флотационных классах крупности +0,2 мм.

Технологическая схема обогащения состоит из переделов, направленных на последовательное получение железорудного, апатитового и чернового бадделеитового концентратов. Для выделения железорудного концентрата предусмотрена двухстадийная мокрая магнитная сепарация. Ввиду низкого содержания магнетита в хвостах выход железорудного кон-

центрата составляет 2,0–2,2 % с содержанием 58–59 % $Fe_{(вал.)}$ при извлечении 30 %. Получение более качественного железорудного концентрата возможно при условии проведения дополнительного более тонкого измельчения с последующей магнитной сепарацией. Получение апатитового концентрата включает: обесшламливание немагнитной фракции сепарации с выводом шламов из процесса, обработку пульпы реагентами и последующую флотацию (основная флотация и 3 перечистных операции). Выход кондиционного апатитового концентрата составляет 3,2–3,8 % при извлечении 27–29 % P_2O_5 . Хвосты флотации апатита являются питанием гравитационного передела. В результате обогащения на винтовом шлюзе и концентрационном столе, в ходе опытно-промышленных испытаний, получен черновой бадделеитовый концентрат с содержанием 49–50 % ZrO_2 при извлечении 19–23 % ZrO_2 . Для получения качественного бадделеитового концентрата рекомендовано использование технологии обогащения, применяемой в настоящее время на АБОФ ОАО «Ковдорский ГОК».

При подсчете запасов выделены два участка: северо-восточный (I) с предварительно оцененными запасами и юго-западный (II) с прогнозными ресурсами. Граница между предварительно оцененными запасами и прогнозными ресурсами отстроена на поверхности залежи с учетом реализованной сети разведочных скважин и точек интерполяции на расстоянии 100 м от крайней выработки. Расстояние интерполяции 100 м соответствует расстоянию между выработками на профилях. Граница между предварительно оцененными запасами и прогнозными ресурсами, отстроенная на поверхности месторождения, вертикально проецировалась на нижележащие горизонты. В контурах предварительно оцененных запасов в каждом подсчетном сечении (горизонте отработки) оконтурены технологические сорта техногенных отложений (хвостов), выделенных по результатам их технологических исследований, отличающиеся содержанием P_2O_5 и фракции –0,071 мм:

1. Хвосты, отнесенные к 1 технологическому сорту, где среднее содержание в оконтуренном блоке частиц менее 0,071 мм не более 56 %, а содержание P_2O_5 не менее 3 %;

2. Хвосты, отнесенные ко 2 технологическому сорту, где содержание частиц менее 0,071 мм более 56 %, а содержание P_2O_5 не менее 3 %;

3. Хвосты, отнесенные к 3 технологическому сорту, где содержание P_2O_5 менее 3 %, содержание частиц менее 0,071 мм не лимитируется.

Определение площадей в подсчетных блоках выполнялось планиметром ПП-2К с ценой деления 250 на сечениях масштаба 1 : 5000. Количество запасов хвостов определялось произведением объемов на средний объемный вес хвостов в сухом состоянии, равный $1,75 \text{ г/см}^3$, полученный как среднеарифметическое по результатам определения объемного веса полевыми работами «метод кольца» и определением его непосредственно при проведении опытных работ по изучению горнотехнических условий разработки 2-го поля хвостохранилища. Средний объемный вес, принятый при подсчете запасов 1-го поля хвостохранилища – $1,74 \text{ г/см}^3$ – подтвержден данными его разработки.

Исходные данные и результаты расчетов средних показателей содержания компонентов в прогнозных ресурсах приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчета средних содержаний компонентов в прогнозных ресурсах 2-го поля хвостохранилища

Наименование показателей	Запасы, тыс. т	Содержания, %		
		P_2O_5	$\text{Fe}_{\text{вал}}$	ZrO_2
1. Сброшено хвостов на 01.01.2007 г.	194 286,60	5,25	3,48	0,22
2. Подсчитано запасов хвостов по состоянию на 01.01.2007 г.	115 693,07	4,50	4,27	0,21
3. Прогнозные ресурсы	78 593,53	6,35	2,31	0,23

В работах [Ларичкин, 2004, 2005, 2008] показано, что основная специфическая особенность экономики комбинированных многономенклатурных производств заключается в том, что высокая экономическая эффективность комбинированного многопродуктового использования многокомпонентного сырья (минерального, растительного, биологического и т. д.) в целом еще не свидетельствует об эффективности производства каждого из содержащихся в нем и фактически извлекаемых в готовую конечную продукцию ценных составляющих (компонентов) и наоборот. Поэтому необходима не только общая оценка эффективности использования ресурса в целом, но и дифференцированная оценка экономической эффективности получения каждого из ценных составляющих в отдельности, т. е. определение рационального круга ценных компонентов сырья, подлежащих извлечению.

Традиционный подход к решению проблемы основывается на окупаемости полной себестоимости оцениваемого компонента, характерного для монопродуктовых предприятий, т. е. не учитывает специфику комбинированных многономенклатурных производств и на практике приводит к завышению затрат, необходимых для организации производства каждого отдельного компонента, необоснованному резкому сужению экономически эффективных границ комбинированного (комплексного) использования ресурсов. На конкретном число-

Содержание P_2O_5 в прогнозных ресурсах выше, чем в предварительно оцененных, а содержание $\text{Fe}_{\text{вал}}$ меньше, при одинаковом содержании ZrO_2 . Геолого-экономическая оценка разведанного и технологически изученного техногенного месторождения, показавшего технологическую возможность переработки сырья с производством трех стандартных концентратов, сопряжена с необходимостью выработки и использования особых методологических подходов, учитывающих (в отличие от мономинерального сырья и монопродуктового производства) специфические особенности и закономерности комбинированной переработки многокомпонентного минерального сырья и организации на его основе многопродуктового горнопромышленного производства.

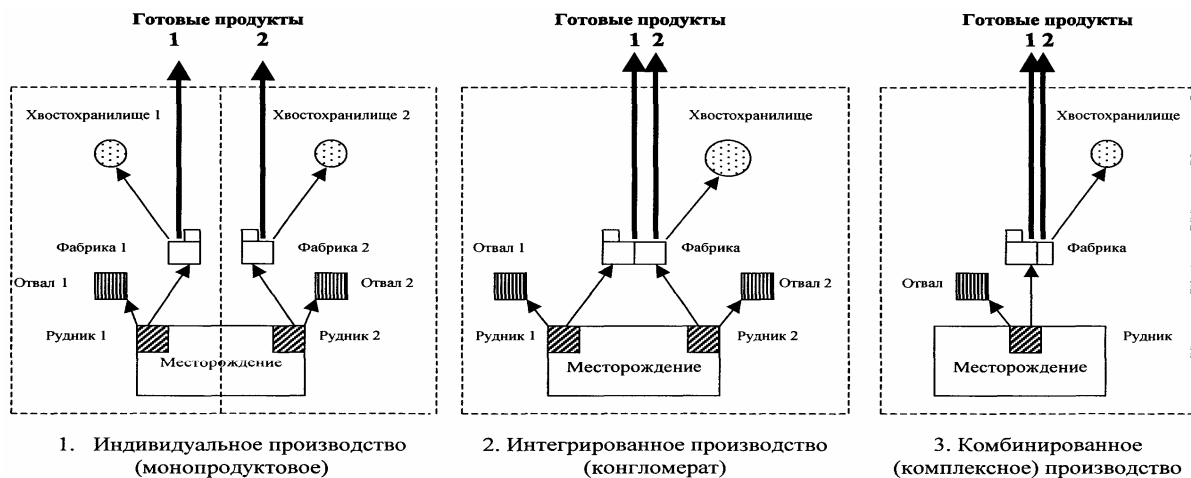
вом примере показана ошибочность такого подхода, приводящая к парадоксальным результатам, когда отказ от производства «убыточного» компонента, вопреки логике, приводит к снижению эффективности производства всех других компонентов [Ларичкин, 2004, 2005].

Кроме того, моделирование возможных вариантов совокупности комбинированных комплексных производств, организуемых на базе одного и того же месторождения многокомпонентного минерального сырья (рис. 1) [Ларичкин, 2004, 2005], позволило выявить и наглядно представить специфические особенности и закономерности комбинированных многономенклатурных комплексных производств, их неоспоримые экологические и экономические преимущества по сравнению с монопродуктовым использованием многокомпонентного сырья.

В результате разработан [Ларичкин, 2004, 2005, 2008] пакет взаимосвязанных и взаимодополняющих методик по решению основных теоретических и практических проблем дифференцированной стоимостной оценки отдельных ценных составляющих на всех стадиях добычи и последующей комплексной многопродуктовой переработки разнообразных природных ресурсов, оценки экономической эффективности производства каждого из ценных составляющих и комплексного использования ресурса в целом. Самый поверх-

ностный анализ рисунка показывает, что расширение номенклатуры извлекаемых полезных компонентов при переработке многокомпонентного сырья сопровождается преобразованием только части перерабатывающих мощностей на стадии переработки. При этом не требуется увеличения объема добычи сырья, соответственно дополнительных инвестиций и текущих затрат, связанных с подготовкой сырьевой базы, добычными работами и начальными стадиями подготовки сырья к переработке. Поэтому достаточным условием для экономической эффективности извлечения из сырья любого ценного составляющего

(компонента) является окупаемость только прямых дополнительных затрат, непосредственно связанных (и неизбежно возникающих) с организацией его производства без учета какой-либо части косвенных расходов на добычу и подготовку многокомпонентного сырья к переработке. Комбинированное комплексное использование сырья в целом является экономически оправданным при окупаемости совокупности прямых и косвенных затрат на его добычу и комплексную переработку при учете только тех ценных составляющих, производство которых удовлетворяет выше сформулированному условию.



Разновидности моделей производств при использовании многокомпонентного сырья

В соответствии с этим для экономически обоснованного оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного минерального сырья предложено [Ларичкин и др., 2011а, б] в дополнение к минимально-промышленному содержанию условного металла («основного», «профилирующего», «ведущего», «главного» компонента) определять предельные (или браковочные) содержания каждого из ценных компонентов из условия окупаемости только прямых затрат, непосредственно и неизбежно связанных с организацией получения именно данного компонента сырья без учета какой-либо части косвенных расходов, необходимых для производства двух и более (или всех) извлекаемых компонентов.

По своей сути и определению предельные браковочные содержания каждого из ценных компонентов многокомпонентного минерального сырья соответствуют рекомендуемому ГКЗ РФ подходу по аналитическому расчету бортового содержания компонентов [Методические рекомендации..., 2007].

Дополнительно уточнено, что минимально-промышленное содержание условного компо-

нента, рассчитываемое по Методическим указаниям ГКЗ РФ [2007], должно определяться из условия окупаемости общей суммы прямых и косвенных затрат на добычу и многопродуктовую переработку многокомпонентного сырья при учете только тех ценных компонентов (*основных и сопутствующих!*), содержания которых в данном сырье не ниже их предельного (браковочного). Запасы многокомпонентного сырья и отдельных ценных компонентов в нем относятся к промышленным только при условии одновременного выполнения следующих условий: содержания каждого ценного компонента («основных» и «сопутствующих») не ниже соответствующих предельных браковочных, а их суммарное содержание в переводе на условный компонент не ниже минимального промышленного содержания условного компонента.

Таким образом, вместо интуитивного подхода, предложена экономически обоснованная и проверенная на практике [Ларичкин и др., 2011а, б] методика количественного расчета главных параметров кондиций для оконтуривания и подсчета промышленных запасов много-

компонентного минерального сырья и каждого из ценных компонентов в нем, обеспечивающая максимальную экономическую эффективность комбинированного (комплексного) использования многокомпонентного сырья в целом с учетом рационального перечня его ценных составляющих, подлежащих извлечению при комбинированной переработке.

С помощью специалистов ОАО «Ковдорский ГОК» на основе отчетных данных и обработки данных первичного учета по обогащению комплексом определены удельные прямые затра-

ты (в расчете на 1 т переработанного исходного сырья 1-го поля хвостохранилища) на производство и реализацию апатитового концентрата по новой Песковой фабрике, на производство и реализацию бадделеитового концентрата ПФ с учетом затрат на его доработку до стандартного качества на АБОФ, а также прямые затраты на производство и реализацию железорудного концентрата (табл. 2) на МОФ в расчете на 1 т исходной первичной руды, поскольку при переработке техногенного сырья 1-го поля железорудный концентрат не производится.

Таблица 2. Прямые затраты на производство и реализацию концентратов, в расчете на 1 т переработанных отходов (хвостов) 2-го поля

Наименование показателей	Концентраты		
	Железорудный (из руды)	Апатитовый (из хвостов)	Бадделеитовый (из хвостов)
Прямые затраты:			
– на производство	6,37	6,63	1,46
– на реализацию	4,51	21,78	0,039
Итого:	10,88	28,41	1,50

Следует отметить, что в момент выполнения работ по обоснованию параметров кондиций и оценки экономической эффективности промышленной утилизации хвостов 2-го поля хвостохранилища существенно сократился спрос на железорудный концентрат ОАО «Ковдорский ГОК» и руководством предприятия рекомендовалось не учитывать возможность его получения из хвостов. Но, поскольку для получения из хвостов качественного апатитового концентрата необходима его очистка от железосодержащих примесей, в результате которой получается продукт, обогащенный железом, который вместо сбрасывания в отвал можно при незначительных затратах на перемелывание довести до стандартного концентрата, что будет способствовать повышению рентабельности производства. Обоснованность такого решения полностью подтвердилась, поскольку в настоящее время спрос на железорудный концентрат в стране и на мировом рынке существенно повысился, а цена реализации возросла в три раза.

Извлечение P_2O_5 и других компонентов в стандартные концентраты приняты по данным технологических испытаний по обогащению хвостов 2-го поля. Разубоживание отходов при добыче в виду незначительности в расчетах не учитываем.

Поскольку цены апатитового концентрата (как и бадделеитового и железорудного), реализуемых ОАО «Ковдорский ГОК» на внутреннем и внешнем рынках, изменяются в 2008–2009 гг¹. и на перспективу в достаточно широких пределах, расчеты минимального промышлен-

ного содержания основного компонента, как и бортовых браковочных содержаний каждого из ценных компонентов, выполнены в 3-х вариантах: при использовании минимальной, максимальной и средневзвешенной цены (табл. 3).

Переводные коэффициенты содержаний ZrO_2 и $Fe_{вал.}$ к содержанию основного компонента P_2O_5 при этом рассчитаны в соответствии с Методическими указаниями ГКЗ [2007, с. 34].

Рациональные варианты параметров кондиций применительно к категориям и технологическим сортам подсчитанных запасов отходов (хвостов) 2-го поля выявляются по результатам оценки экономической эффективности их промышленного освоения. При расчетах эффективности промышленного освоения отходов 2-го поля хвостохранилища годовой объем добычи и переработки отходов принят 5000 тыс. т в год, на уровне фактически достигнутого ОАО «Ковдорский ГОК» при эксплуатации 1-го поля.

Капиталовложения при освоении отходов 2-го поля приняты равными первоначальной стоимости основных фондов, используемых при добыче и переработке отходов 1-го поля по данным предприятия. Срок строительства объектов по всей цепочке добычи и переработки отходов 2-го поля принят 3 года, год освоения проектной мощности – 4-й от начала реализации проекта.

Оценка экономической эффективности вовлечения в промышленную эксплуатацию хвостов 2-го поля хвостохранилища ОАО «Ковдорский ГОК» выполнена также в 3-х вариантах цен на вырабатываемые концентраты.

¹ Период выполнения работы по геолого-экономической оценке техногенного месторождения.

Таблица 3. Расчетные параметры кондиций при использовании цен концентратов разного уровня

Уровень цен концентратов	Минимальное промышленное содержание P_2O_5 , %	Бортовое (браковочное) содержание, %		
		P_2O_5	ZrO ₂	Fe _{вал.}
Минимальный	9,0	1,07	0,0144	3,3
Максимальный	3,18	0,38	0,0100	0,64
Средневзвешенный	5,32	0,63	0,0117	1,8

Вариант оценки с использованием цен на концентраты самого низкого уровня, зафиксированного по отдельным сделкам 2008–2009 гг., применительно к такому бедному сырью, каким являются отходы (хвосты) 2-го поля, не может быть рекомендован к реализации из-за больших убытков.

Отрицательным оказался ЧДД и в варианте отработки запасов отходов только 1 сорта при использовании средневзвешенного уровня цен, поэтому более перспективной является валовая отработка отходов 1-го и 2-го сортов.

Основной из рассмотренных вариантов (табл. 4), предусматривающий отработку запасов отходов 2-го поля (Сорт 1 + Сорт 2) при реализации готовых концентратов по средневзвешенным ценам, хотя и имеет положительный ЧДД – 21,4 млн руб., индекс доходности больше единицы (1,04), но характеризуется длительным сроком окупаемости капиталовложений (простой – 11,5, дисконтированный – 18 лет) и небольшим запасом прочности (внутренняя норма доходности ВНД = 11 %, т. е. чуть больше принятой минимальной нормы ставки дисконтирования – 10 %).

Таблица 4. Основные технико-экономические показатели кондиций (при использовании средневзвешенных цен реализации продукции)

Показатели	Единица измерения	За год	За период эксплуатации
1	2	3	4
1. Геологические запасы, всего	тыс. т		194286,60
в том числе:			
1.1. Предварительно оцененные, всего	"		115693,07
в том числе: Сорт 1			86041,69
Сорт 2	"		23354,70
Сорт 1+2	"		109396,39
Сорт 3	"		6269,68
1.2. Прогнозные ресурсы	"		78593,53
2. Геологические запасы компонентов, всего			
P_2O_5	тыс. т		10200,07
ZrO ₂	"		427,43
Fe _{вал.}	"		6761,17
в том числе: Сорт 1 + Сорт 2			
P_2O_5	"		5032,23
ZrO ₂	"		229,73
Fe _{вал.}	"		4660,28
3. Среднее содержание компонентов в геологических запасах (min - max)			
P_2O_5	%		2,76-6,35
ZrO ₂	"		0,20-0,23
Fe _{вал.}	"		2,31-4,35
4. Промышленные запасы, положенные в обоснование ТЭО	тыс. т		109396,39
5. Промышленные запасы компонентов			
P_2O_5	тыс. т		5032,23
ZrO ₂	"		229,73
Fe _{вал.}	"		4660,28
6. Среднее содержание компонентов в промышленных запасах			
P_2O_5	%		4,60
ZrO ₂	"		0,21
Fe _{вал.}	"		4,26
7. Потери	%		-
8. Разубоживание	%		-
9. Эксплуатационные запасы	тыс. т		109396,39
10. Эксплуатационные запасы компонентов			
P_2O_5	тыс. т		5032,23
ZrO ₂	"		229,73
Fe _{вал.}	"		4660,28

1	2	3	4
11. Среднее содержание компонентов в эксплуатационных запасах			
P ₂ O ₅	%		4,60
ZrO ₂	"		0,21
Fe _{вал}	"		4,26
12. Срок обеспеченности предприятия запасами	лет		21,9
13. Горизонт расчета	лет		20
14. Год выхода предприятия на полную производственную мощность	год		4-ый
15. Производственная мощность предприятия по руде	тыс. т	5000	
16. То же, по полезным компонентам			
Апатитовый к-т (38 % P ₂ O ₅)	тыс. т	163,4	
Бадделеитовый к-т (98 % ZrO ₂)	"	1,939	
Железорудный к-т (58 % Fe)	"	110,17	
17. Коэффициент вскрыши	м ³ /т		
18. Горная масса	тыс. т (м ³)		
19. Показатели обогащения:			
выход концентратов:			
апатитового	%	3,27	
бадделеитового	"	0,0388	
железорудного	"	2,2	
извлечение в к-т:			
P ₂ O ₅	%	27,0	
ZrO ₂	"	19,0	
Fe	"	30,0	
содержание компонента в к-те:			
P ₂ O ₅	%	38,0	
ZrO ₂	"	98,0	
Fe	"	58,0	
20. Выпуск конечной товарной продукции:			
Апатитовый к-т (38 % P ₂ O ₅)	тыс. т	163,4	
Бадделеитовый к-т (98 % ZrO ₂)	"	1,939	
Железорудный к-т (58 % Fe)	"	110,17	
21. Цена реализации единицы (т) товарной продукции			
Апатитовый к-т (38 % P ₂ O ₅)	руб.	6336,9	
Бадделеитовый к-т	"	66040,5	
Железорудный к-т	"	1182,0	
22. Стоимость товарной продукции, общая и для каждого компонента	млн руб.	1293,72	
Апатитовый к-т	млн руб.	1035,45	
Бадделеитовый к-т	"	128,05	
Железорудный к-т	"	130,22	
23. Капитальные затраты, в том числе:	млн руб.	635,020	
карьер	"	77,129	
участок ПБАПТМ	"	334,101	
участок подготовки питания флотации	"	187,334	
участок флотации	"	36,455	
24. Оборотный капитал	млн руб.	120,0	
25. Удельные капитальные затраты на 1 т годовой добычи	Руб./т	151,0	
26. Эксплуатационные затраты, в том числе:	млн руб.	1197,7	
амортизация	млн руб.	11,76	
НДПИ	млн руб.	-	
27. Затраты на 1 т полезного ископаемого, в том числе:	руб.	239,54	
добыча	руб.	43,34	
передел	"	93,46	
прочее (общехозяйств., непроизводств. и др.)	"	102,74	
28. Валовая прибыль	млн руб.	96,02	
29. Налог на имущество и прочие платежи	млн руб.	13,97	
30. Налогооблагаемая прибыль	млн руб.	82,05	
31. Налог на прибыль	млн руб.	16,41	
32. Чистая прибыль	млн руб.	65,64	
33. Ставка дисконтирования	%	10,0	
34. Чистый дисконтированный доход	млн руб.	21,4	
35. Индекс доходности	доли ед.	1,04	
36. Срок окупаемости капитальных вложений:	лет	11,5	
с дисконтированием	лет	18	
37. Внутренняя норма доходности	%	11,0	

Другой вариант оценки – перспективный, но менее реалистичный, предполагающий реализацию всего объема концентратов по максимально высоким ценам, зафиксированным в 2008–2009 гг. по некоторым контрактам с отдельными потребителями. По этому варианту ЧДД равен 4539,1 млн руб., индекс доходности – 6,0, срок окупаемости капиталовложений, простой – 0,93, дисконтированный – 4,4 года, ВНД = 48 %. Основное значение этого варианта состоит в том, чтобы показать, что при благоприятной рыночной конъюнктуре, касающейся, прежде всего, положительной тенденции в долгосрочной перспективе прироста спроса на фосфатные удобрения и сырье для их производства для решения продовольственной проблемы увеличивающегося населения планеты, эффективность повторной переработки отходов 2-го поля резко повышается.

В этих условиях представляется необходимым дополнительно изучить и оценить эффективность следующих вариантов возможного повышения эффективности повторной отработки отходов (хвостов) 2-го поля хвостохранилища:

1. Выделить из запасов отходов, подсчитанных в геологических границах залежи, более богатую часть на основе обоснованных в настоящей работе параметров кондиций (бортовых браковочных содержаний полезных компонентов и минимального промышленного содержания основного ценного компонента – пентоксида фосфора).

2. Изучить вопрос целесообразности и эффективности использования для отработки рыхлых отходов 2-го поля современных земснарядов, учитывая сложности гидрогеологических условий отработки отходов как 1-го, так и, особенно, 2-го поля хвостохранилища, сложности и большие затра-

ты на осушение действующего карьера на 1-м поле. При работе земснаряда не потребуются работы по осушению залежи, значительную часть шламов можно будет сбрасывать на месте и не транспортировать на обогатительную установку.

Таким образом, техногенные отходы 2-го поля хвостохранилища ОАО «Ковдорский ГОК» являются подготовленной дополнительной резервной долгосрочной сырьевой базой предприятия.

Литература

Ларичкин Ф. Д. Научные основы оценки экономической эффективности комплексного использования минерального сырья. Апатиты: КНЦ РАН, 2004. 252 с.

Ларичкин Ф. Д. Оценка экономической эффективности комплексного использования минерального сырья. Учебное пособие для вузов. Апатиты: КНЦ РАН, 2005. 143 с.

Ларичкин Ф. Д. Теория и практика стоимостной оценки полезных компонентов в минеральном сырье и продуктах его комплексной переработки. М.: НП НАЭН, 2008.

Ларичкин Ф. Д., Азим Иброхим, Глушченко Ю. Г. и др. О методологии обоснования параметров кондиций на месторождениях многокомпонентных руд: Анализ нормативно-методической документации // Горный журнал. 2011а. № 8. С. 6–39.

Ларичкин Ф. Д., Азим Иброхим, Глушченко Ю. Г. и др. О методологии обоснования параметров кондиций на месторождениях многокомпонентных руд: Учет специфики комплексного использования сырья при обосновании параметров кондиций // Горный журнал. 2011б. № 8. С. 9–2.

Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. М.: НП НАЭН, 2007. 60 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мелик-Гайказов Игорь Вячеславович

исполнительный директор ОАО «Ковдорский ГОК», к. т. н. ул. Сухачева, д. 5, г. Ковдор, Мурманская обл., 164141, Россия
e-mail: Igor.Melik-Gaikazov@eurochem.ru

Ковырзина Таисия Александровна

директор по финансам и экономике ОАО «Ковдорский ГОК» ул. Сухачева, д. 5, г. Ковдор, Мурманская обл., Россия, 164141
e-mail: Finance.Dir_kdr@eurochem.ru

Melik-Gaikazov, Igor

OJSC «Kovdorskiy Mining and Processing Plant»
5, Sukhachev St., Kovdor, Murmansk Region,
184141, Russia
e-mail: Igor.Melik-Gaikazov@eurochem.ru

Kovyrzina, Taisya

OJSC «Kovdorskiy Mining and Processing Plant»
5, Sukhachev St., Kovdor, Murmansk Region,
184141, Russia
e-mail: Finance.Dir_kdr@eurochem.ru

Ларичкин Федор Дмитриевич

директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института экономических
проблем им. Г. П. Лузина Кольского научного центра
РАН, д. э. н., проф.
ул. Ферсмана, д. 24а, г. Апатиты, Мурманская обл.,
184209, Россия
тел.: (81555)79310, 74672
е-mail: lfd@iep.kolasc.net.ru

Белобородов Виктор Иннокентьевич

зав. лабораторией Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Горного института
Кольского научного центра РАН, к. т. н.
ул. Ферсмана, д. 24, г. Апатиты, Мурманская обл.,
184209, Россия
е-mail: vbeloborodov@yandex.ru

Переин Владимир Николаевич

генеральный директор ОАО «Мурманская
геологоразведочная экспедиция»
ул. Ферсмана, д. 26, г. Апатиты, Мурманская обл.,
184200, Россия
е-mail: mgrexp@com.mels.ru

Larichkin, Fedor

G.P. Luzin Institute of Economic Problems Kola Scientific
Centre of RAS
24a, Fersman St., Apatity, Murmansk Region, 184209,
Russia
tel.: (81555)79310, 74672
е-mail: lfd@iep.kolasc.net.ru

Beloborodov, Viktor

Mining Institute, Kola Scientific Centre of RAS
24a, Fersman St., Apatity, Murmansk Region, 184209,
Russia
е-mail: vbeloborodov@yandex.ru

Perein, Vladimir

JSC «Murmansk Geological Prospecting Expedition»
26, Fersman St., Apatity, Murmansk Region, 184200, Russia
е-mail: mgrexp@com.mels.ru