

# Оценка технико-экономической эффективности переработки лежалых хвостов Pb-Zn обогатительной фабрики

А.М. Панышин, С.И. Евдокимов, А.А. Солоденко



А.М. Панышин



С.И. Евдокимов



А.А. Солоденко

Одной из наиболее важных причин, сдерживающих дальнейший рост и динамическое развитие Сапонского горнодобывающего предприятия ОАО «Электроцинк», является низкая производительность его рудников (Архон, Джимидон). Это обусловлено сложными горно-геологическими условиями обрабатываемых месторождений, низким производственно-техническим уровнем работ на объектах подземной добычи (недостаточно высокопроизводительных машин и квалифицированных специалистов). В результате Мизурская обогатительная фабрика загружена рудой лишь на 25 %, вследствие чего работает периодически 1–2 месяца с длительными перерывами. В ближайшие годы мощность рудников Архон и Джимидон может быть увеличена не более чем в два раза. Следовательно, проблема 50%-ной недогрузки фабрики остается чрезвычайно актуальной. Возможным решением проблемы, альтернативным наращиванию объемов подземной добычи, является вовлечение в переработку лежалых хвостов Мизурской обогатительной фабрики.

Целью настоящей работы являлось определение принципиальной возможности экономически эффективной отработки лежалых хвостов Мизурской ОФ. Основными задачами, решаемыми при этом, были разработка рациональной технологии переработки лежалых хвостов и её технико-экономическая оценка.

*Характеристика исходного сырья.* По различным данным в хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики накоплено более 4 млн т лежалых хвостов в виде мелкозернистого песка. Установлено, что крупность песка менее 0,5 мм, причем около 80 % материала имеет крупность от 0,1 до 0,3 мм. В этом классе крупности сосредоточено и основное количество цветных и благородных металлов (более 80 %). Минеральный состав лежалых хвостов:

кварц	66,5
полевые шпаты	15,0
серицит	8,0
карбонаты	7,3
сульфиды	3,2

Большая часть нерудных минералов находится в свободном состоянии. Следовательно, по своим свойствам лежалые хвосты являются перспективным минеральным сырьем для переработки на обогатительной фабрике.

Промышленную ценность в лежалых хвостах представляют свинец, цинк, медь и благородные металлы, содержание которых в хвостах (%) для

предварительных расчетов можно принять следующее:

цинк	>0,34
свинец	> 0,21
медь	> 0,10

Общий запас металлов в лежалых хвостах составляет т :

цинк	128 000
свинец	84 000
медь	4 000

*Обогатимость лежалых хвостов.* По технологическим свойствам лежалые хвосты (отходы) являются минеральным сырьем, которое не требует дорогостоящей выемки из горного пространства, уже раздроблено и измельчено, и которое можно отнести к легко-обогатимым продуктам. Потери металлов с отходами основного производства связаны с несовершенством технологии рудоподготовки и обогащения руд, принятой на Мизурской ОФ, неритмичностью работы обогатительной фабрики, нестабильным качеством исходной руды, отклонениями от принятого реагентного режима. В различное время на Мизурской обогатительной фабрике перерабатывали богатые привозные руды без детальной разработки для них технологической схемы и режима, что приводило к значительным потерям металлов с отвальными хвостами.

Результатами исследований институтов ВНИИЦ-ВЕТМЕТ, СКГМИ, ЦНИГРИ и др. показано, что из лежалых хвостов МОФ можно извлечь от 50 до 75 % каждого из имеющих промышленную ценность металлов в пригодные для металлургической переработки концентраты. Концентраты могут быть получены с применением флотационных, гравитационно-флотационных или комбинированных методов обогащения.

*Рекомендуемая схема и ожидаемые показатели обогащения.* Очевидно, что в условиях Садонского рудоуправления будет экономически оправдано предварительное обогащение лежалых хвостов непосредственно в районе расположения хвостохранилища с использованием наиболее дешевых и производительных гравитационных методов. Применение гравитационных методов позволяет получать гравитоцентрат, который по содержанию металлов близок к качеству исходной руды. Выход

такого концентрата составит около 10 % при извлечении РЬ – 64,9 %, Zn – 75,2 %, Аи – 55 %, Ag – 60 %. После обезвоживания гравитоцентрат доставляют автотранспортом на МОФ и перерабатывают по одному из двух вариантов:

- совместно с рудой в соотношении 1 : 1 по существующей технологии;
- отдельно с применением специально подготовленной к измельчению концентрата мельницы (например, мельницы № 3).

Гравитационное обогащение отходов в районе хвостохранилища рекомендуется осуществлять в две стадии. Для первой стадии гравитационного обогащения могут быть применены винтовые сепараторы, конусные шлюзы или шлюзы типа Райхерта, для второй - отсадочные машины или виброконцентраторы [1, 2]. Между операциями обогащения возможно обесшламливание песков на гидроциклонах. Целесообразность применения магнитной сепарации при получении гравитоцентрата требует специальной проработки.

В таблице приведены ожидаемые показатели гравитационно-флотационной технологии обогащения лежалых хвостов по предлагаемой технологии.

*Производительность комплекса по обогащению песков на хвостохранилище.* Объем переработки лежалых хвостов определяется, исходя из существующих и перспективных мощностей МОФ и рудника. С учетом того, что в ближайшие годы МОФ может перерабатывать не более 120 тыс. т руды в год, а рудник выдать не более 60 тыс. т руды, то становится очевидно, что МОФ может быть загружена не более, чем на 50 % своей мощности (в настоящее время МОФ недогружена, примерно, на 75 %). В этой ситуации целесообразно планировать получение из лежалых хвостов гравитоцентрата в количестве 60 тыс. т в год. Для получения такого количества гравитоцентрата необходимо перерабатывать ежегодно около 600 тыс. т лежалых хвостов. Таким образом, производительность комплекса по переработке лежалых хвостов МОФ должна быть на уровне  $Q = 100$  т/ч.

*Добыча и подготовка лежалых хвостов к обогащению.* Горно-геологические условия залегания песков хвостохранилища МОФ позволяют достаточно эффективно их извлекать применением техники и технологии, используемых при гидравлической переработке (промывке) золотосодержащих песков россыпных месторождений золота в самом облегченном варианте. Имеется в виду вариант подачи песков на вашгерд бульдозерами (Т-130, Т-175) и размыв их с помощью гидромониторов. Возможна подача песков

Показатели обогащения лежалых хвостов

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		РЬ	Zn	РЬ	Zn
Предварительное обогащение песков на			хвостохранилище		
Гравиоконцентрат	9,6	1,42	2,66	64,9	75,2
Хвосты гравитации	90,4	0,06	0,09	25,1	24,8
Лежалые хвосты	100,0	0,21	0,34	100,0	100,0
Обогащение гравноконцентрата			на МОФ		
РЬ концентрат	0,21	45,0	11,5	45,4	0,9
Zn концентрат	0,47	2,5	40,0	0,8	56,4
Хвосты МОФ	8,92	0,44	0,68	18,7	17,9
Гравиоконцентрат	9,60	1,42	2,66	64,9	75,2

с применением землесосных установок на базе Песковых насосов типа ГрАТ или ГрАУ, смонтированных стационарно или на понтонах. Системы забора песков из хвостохранилища и возврата их после гравитационного обогащения также могут быть разными и определены в ходе проектирования.

*Приближенный ТЭР целесообразности переработки лежалых хвостов.* Для создания комплекса по переработке лежалых хвостов МОФ не-

обходимо организовать производственный участок с численностью работающих не менее 30 человек, приобрести технику для гидравлической отработки песков хвостохранилища, их обогащения и транспорта, предусмотреть средства на электроэнергию, топливо и другие эксплуатационные затраты.

При переработке всего объема лежалых хвостов МОФ (4 млн т) стоимость товарной продукции составит:

РЬ	4 000 000 Т	×	0,0021	×	0,454	×	786 \$ US/т	=	2997,5 тыс \$ US
Zn	4 000 000 Т	×	0,0034	×	0,564	×	1044 \$ US/т	=	8079,0 тыс \$ US
Cu	4 000 000 Т	×	0,0010	×	0,45	×	2471 \$ US/т	=	4447,8 тыс \$ US
Au	4 000 000 Т	×	0,10 г/т	×	0,30	×	12,0 \$ US/т	=	1440,0 тыс \$ US
Ag	4 000 000 Т	×	1,5 г/т	×	0,50	×	0,12 \$ US/т	=	360,0 тыс \$ US
<b>ИТОГО</b>									<b>17324,3 тыс \$ US</b>

*Капитальные затраты* ориентировочно составят:

бульдозерная техника	1,5 млн \$ US
обоганительная техника	0,5 млн \$ US
техника для гидродобычи и гидротранспорта песков	0,5 млн \$ US
автотранспорт	0,4 млн \$ US
строительство гидросооружений	0,5 млн \$ US
прочие расходы	0,6 млн \$ US

<b>ИТОГО капитальные затраты</b>	<b>4,0 млн \$ US</b>
----------------------------------	----------------------

*Эксплуатационные расходы* ориентировочно составят:

гравитационно-обоганительный комплекс	4000000 Ч2 \$ US/т = 8 млн \$ US
обоганительная фабрика	400000 Ч7 \$ US/т = 2,8 млн \$ US

<b>ИТОГО эксплуатационные расходы</b>	<b>10,8 млн \$ US</b>
---------------------------------------	-----------------------

Следовательно, общая прибыль от реализации проекта составит ориентировочно 2,5 млн. \$ US.

Таким образом, экономическая эффективность проекта сравнительно невысокая (~ 360 тыс. \$ US в год). Однако реализация проекта позволит предприятию стабильно безубыточно работать в течение 7–10 лет с полной загрузкой Мизурской ОФ.

#### Заключение

В результате выполненной работы показана принципиальная технологическая возможность и экономическая целесообразность вовлечения в промышленную переработку лежалых хвостов Мизурской обогатительной фабрики. Предложена технология переработки лежалых хвостов, рассчитаны ожидаемые технологические и экономические показатели проекта.

Создание горно-обогатительного комплекса по переработке лежалых хвостов Мизурской ОФ позволит полностью загрузить сырьём обогатительную фабрику и в целом увеличить мощность предприятия по объёму выпускаемой продукции более чем в два раза. Это обеспечит стабильную работу предприятия в течение 7–10 лет с ежегодной дополнительной прибылью на уровне 360 тыс. долл. США.

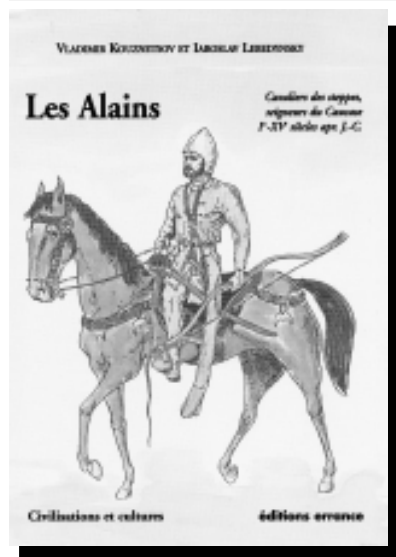
Социальный эффект проекта состоит в создании дополнительного числа рабочих мест в горном производстве, а также в улучшении условий труда и повышении безопасности производства, поскольку 1/2 часть товарной продукции предприятия будет получена с применением открытых горных работ (карьер).

## Литература

1. **Иванов В.Д., Прокопьев С.А.** Винтовые аппараты для обогащения руд и песков в России. – М.: Дакси, 2000. 239 с.

2. **О.С. Богданов.** Справочник по обогащению руд. Основные процессы. – М.: Недра, 1983. 381 с.

## В МИРЕ КНИГ



### Владимир Кузнецов, Ярослав Лебединский АЛАНЫ СТЕПНЫЕ НАЕЗДНИКИ, ГОСПОДА КАВКАЗА. I–XV вв. н.э. – Париж: Эрранс, 2005 (1-е изд.: 1997). 288 с.

Книга двух авторов – российского историка и археолога В.А. Кузнецова и французского – Я. Лебединского – является сводным трудом научно-популярного характера, в котором отражены основные проблемы современного алановедения. В книге удачно синтезирован материал практически всех основных источников – письменных (использован новейший свод А. Алеманя), археологических, лингвистических, этнографических. В настоящее время это лучшая и наиболее полная обобщающая работа по данной теме. Отчасти она опровергает тезис А. Алеманя о невозможности соединения общих трудов по аланам ввиду дискретности и разноречивости имеющих дан-ных.

Наряду с общим очерком аланской истории, разделами по общественному строю, экономике, культуре различных групп аланов, в книге освещается вопрос об аланском наследии в наше время. Признавая наличие преемственной связи аланов и современных осетин, Я. Лебе-

динский отмечает, что осетины унаследовали часть аланской культуры, и представляют собой новый этнос.

В книге использована основная литература по аланам на основных европейских языках (часто в переводе на французском) и, что сравнительно редко для западного издания – славянском (русском и украинском) языках. Несмотря на жанр – синтетической, обобщающей работы – французский соавтор (Ярослав Лебединский) внес и исследовательский элемент в свою работу.

В.А. Кузнецов в основном писал разделы по аланам Кавказа, Восточной Европы, археологическим памятникам, проблемам христианизации (использованы его «Очерки истории алан» 1992 г.), а Я. Лебединский – об аланах на Западе (нынешние Франция, Италия, Африка) и о проблемах аланского языка и военной культуры. Я. Лебединскому принадлежит структура книги, ее общая адаптация к потребностям французской читательской аудитории, его же – перевод с русского разделов В.А. Кузнецова.

Книга вышла в серии, представляющей историю кочевых народов Великой Степи. Предыдущие книги (автор – Я. Лебединский): «Скифы», «Сарматы», «Кочевники Евразии».

Издание богато представлено черно-белыми иллюстрациями. Учитывает все новейшие достижения алановедческой науки.