

# **СТРАТЕГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД МУНДЫБАШСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ И АБАГУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИОННО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИК**

**д.т.н. Стороженко Г.И.,  
ООО «НПП Баскей»**

Существует проблема переработки отходов горно-металлургических и горно-обогатительных предприятий, производящих цветные, редкие и благородные металлы. В настоящее время зачастую из комплексных руд извлекается один ценный компонент, остальные уходят с пустой породой в отвалы. Такое положение связано, как правило, с тем, что на предприятиях используются устаревшие технологии обогащения, с помощью которых невозможно комплексное обогащение многих руды и полное извлечение из них ценных компонентов.

В процессе эксплуатации отходов Мундыбашской обогатительной и Абагурской агломерационно-обогатительной фабрик Кемеровской области в хвостохранилищах накоплено более 130 милл. тонн лежалых железорудных хвостов. По заключению специалистов, дальнейшее распространение отходов может привести к негативным экологическим последствиям. Социальные последствия закрытия Мундыбашской обогатительной фабрики, планируемого ОАО «Евразруда», также предсказуемы.

Несмотря на важность решения экологических проблем, разработка хвостохранилищ в условиях рыночных отношений должна быть в первую очередь рентабельной. Это возможно только при использовании **безотходной** технологии их обогащения с высокой степенью извлечения ценных продуктов и использовании пустой породы для производства товарной продукции.

Повторное флотационное обогащение хвостов на имеющемся оборудовании обогатительных фабрик экономически нецелесообразно, поскольку степень извлечения концентратов будет низкой, а количество вновь образуемых отходов будет более 50%, т.е. более 60 млн. тонн.

Основной идеей стратегии переработки отходов должна быть 100% утилизация хвостов, приносящая 100% прибыль! Ее реализация на сегодняшний день осуществима по сухой технологии обогащения на оборудовании, выпускаемом российскими предприятиями.

С точки зрения экономической эффективности сухое обогащение хвостов имеет следующие преимущества:

1. Снижение (на 50% и более) себестоимости переработки отходов за счет отказа от использования воды и флотореагентов;
2. Получение всех продуктов разделения сухими (промпродукты и вторичные хвосты), которые имеют более высокую коммерческую ценность, чем мокрые (например: концентраты железа и т.п. с одной стороны и сухие классифицированные хвосты в виде песка различной крупности и пылевидной фракции для керамического производства с другой).
3. Разделение отходов на классы, компоненты которых (минералы) отличаются по крупности, магнитным и электрическим свойствам, что позволяет использовать для получения железосодержащего концентрата сухую магнитную и электрическую сепарацию.

Анализ гранулометрического, минерального и химического состава хвостов обогащения железных руд предлагает их комплексную переработку с целью получения:

- *железосодержащего концентрата;*
- *строительного песка;*
- *кирпича керамического;*
- *порокремневого гравия и камнелитых плиток.*

Технологическая схема массоподготовки для производства указанной продукции состоит из 3-х стадий.

Целью первой стадии является снижение влажности и усреднение отходов, которое может производиться как в процессе добычи, так и непосредственно при организации запаса с использованием загрузочных и разгрузочных комплексов.

На второй стадии осуществляется частичное выделение тяжелой сульфидной части (магнетит) с помощью магнитной сепарации.

Третья стадия – сушка и разделение хвостов на классы с целью получения песка и сырья для производства кирпича. Использование на третьей стадии электросепарации позволит дополнительно извлечь магнетит и пирит из тонких классов хвостов.

Полученные промпродукты и сухие минеральные смеси разных классов крупности готовы для промышленного использования с целью получения товарной продукции.

В 90-х гг. совместно с Технологической лабораторией «Запсибгеология» проводились полупромышленные испытания по сухому обогащению хвостов Абагурской агломерационной фабрики. Исследования выполнялись на измельчительно-сепарационной установке для сухого обогащения минерального сырья. В результате был получен железосодержащий концентрат, мелкий и очень мелкий песок, пригодный для бетонов и растворов.

Тонкодисперсная алюмосиликатная часть (фракция менее 140 мкм) хвостов, остающаяся после получения строительного песка, является материалом, на основе которого была получена промышленная партия керамического кирпича полусухого прессования марок 125-150 средней плотностью 1,77-1,83 г/см<sup>3</sup>, морозостойкостью более 25 циклов.

Таким образом, хвосты Мундыбашской обогатительной и Абагурской агломерационно-обогатительных фабрик, которые в настоящее время являются экологическим бедствием для Кузбасса, могут стать ценным месторождением техногенного сырья. Наиболее значимым было бы решение полной утилизации текущих хвостов, что дало бы огромный экономический эффект за счет исключения эксплуатационных расходов по хвостохранилищу.

Таблица 1

## Гранулометрический состав хвостов обогащения железных руд

Класс частиц в мм, содержание частиц в %									
+2,5	-2,5+1,6	-1,6+1	-1+0,63	- 0,63+0,4	-0,4+0,2	-0,2+0,1	-0,1+0,074	- 0,074+0,056	-0,056
0,2	0,3	1,0	2,6	5,1	14,0	15,0	5,8	8,7	47,3

1. Песок сложен преимущественно гранатом, амфиболами, пироксенами, карбонатами, хлоритом с примесью *сульфидов железа*. Химический состав приведен в таблице 2.

Таблица 2

## Химический состав хвостов обогащения железных руд

Содержание оксидов в % на сухое вещество											
состав	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>	nnn
min	24	6	3	9	8,5	3,5	1,2	0,1	0,2	0,5	6,0
max	44,0	13,0	12,0	19,5	16,0	8,0	2,5	0,6	0,7	4,5	10,0
сред- нее	32,05	7,82	9,35	16,27	13,01	6,16	1,86	0,42	0,41	4,42	8,23

Фирмой «Баскей» разработана новая эффективная технология сухого обогащения различных видов минерального сырья, в том числе и отходов обогатительных фабрик. Основная технологическая идея переработки сырья заключается в совмещении двух процессов: сушка и помол осуществляются одновременно в вихревом потоке горячего воздуха.

Научно-исследовательские институты и проектные организации Кузбасса многие годы занимались решением вопросов получения продукции из хвостов обогащения железных руд двух крупнейших обогатительных фабрик.

В 1992 году СибНИИСтромпроект разработал «Технологический регламент на производство песка строительного из лежалых хвостов обогащения железных руд Абагурской обогатительной фабрики объемом 160.000 м<sup>3</sup>/год». Ранее в Сибирском металлургическом институте была разработана и запатентована технология получения керамического кирпича из шламистой части отходов. Технология была апробирована в промышленных условиях на кирпичном заводе полусухого прессования.

*Основные данные об отходах, которые повлияли на выбор и последовательность технологических операций.*

2. Получение концентрата в Абагурском и Мундыбашском филиалах ОАО «Евразруда» (г. Новокузнецк) производится из железных руд одних и тех же месторождений юга Кузбасса, поэтому *хвосты обеих фабрик схожи по вещественному составу и свойствам.*

Хвосты обогатительных фабрик, как технологические, так и намытые в хвостохранилищах, представляют собой *очень мелкий дробленый песок, имеющий Mкр. ~ 1,12.* Он включает 54,5% тонкодисперсной фракции класса -0,14 мм, где, в свою очередь, около 60% (33% ко всему объему) пылевидных, илистых и глинистых частиц класса -0,05 мм (таблица 1). Истинная плотность – 3,33 г/см<sup>3</sup>; насыпная плотность – 1,67 г/см<sup>3</sup>; пустотность – 49,8%; удельная поверхность – 1670 г/см<sup>3</sup>; влажность – 8,7%; органика отсутствует.

Для производства, в основу которого заложена переработка отходов, основными экономическими показателями являются не только себестоимость получаемой продукции, но и степень их утилизации (количество вновь образуемых отходов). Строительство же и эксплуатация новых хвостохранилищ существенно повлияет на себестоимость продукции.

Объемы складирования Абагурских отходов практически в два раза превысили проектные нормы. По заключению специалистов дальнейшее распространение отходов может привести к экологической катастрофе. Приведем пример оценки технико-экономических показателей мокрой и сухой технологии переработки отходов. Источник информации: Методика пооперационной оценки технологических схем обогащения железных руд и нормативы затрат //Механобрчермет. - г. Кривой Рог. - 1984г. - 47 с.

Таким образом, расход электроэнергии по технологии мокрого обогащения составляет ~ 50 кВт/тонну. При сухой технологии обогащения операция дробления и измельчения до 65% класса -0,074мм остается и составляет 10 кВт/тонну. Операция электросепарации израсходует 0,3 кВт/т, а с учетом перечистой и контрольной сепарации ~ 1÷1,5 кВт/тонну. Расходы по главным переделам составляют около 13 кВт/тонну. Отпадают капитальные и эксплуатационные расходы на все водо-насосное хозяйство (нет насосов, сгустителей, фильтрации, хвостохранилища с дамбой, водоводами и т.п.), нет флотореагентов и всего, что с ними связано, нет сушки концентрата.

Появляется необходимость сушки отходов от средней влажности по хвостохранилищу 8% влаги до 0%. При норме ~ 0,1 кг условного топлива на 1кг испаряемой влаги это составит:  $79 \times 0,1 = 7,5$  кг условного топлива на 1т хвостов.

**В условиях сегодняшнего кризиса** и резкого падения спроса на металлургическую продукцию руководство «Евразгруп», с целью «оптимизации» производства и снижения расходов, приняло **решение о закрытии Мундыбашской обогатительной фабрики**, что фактически является **социальной катастрофой для города Мундыбаш**. В этой связи **администрацией Кемеровской области** предлагается организовать производство по комплексной переработке отходов обогащения фабрики, что будет актуальным в ближайшие годы и для Абагурской фабрики.



Гравитационные и магнитные методы на сегодняшний день являются наиболее дешё-

выми, простыми и экономичными методами обогащения. Поэтому комплексную переработку и утилизацию отходов Мундыбашской обогатительной фабрики и Абагурской аглофабрики необходимо проводить по технологии сухого обогащения с магнитной сепарацией исходного сырья и электросепарацией получаемого продукта. Основанием для такого вывода являются результаты геологических исследований, научно-исследовательских работ СибНИИСтромпроект и опытно-промышленных испытаний Технологической лаборатории «Запсибгеология».

Экономическая перспектива сухих методов обогащения отходов состоит, прежде всего, в отказе от воды и флотореагентов. Это резко удешевляет природоохранные мероприятия и снижает энергетические расходы во всех операциях технологии обогащения. Следующая задача: как экономическую перспективу успешно реализовать в проекте и рентабельном предприятии.

*Первый этап* – разработка опытно-промышленной установки на 5-6 т/ч по сухой технологии, ее запуск и проведение комплексных исследований и испытаний на хвостохранилище, определение удельных показателей.

*Второй этап* – проектирование и строительство полномасштабного предприятия.

1. Огромные территории по площади занимают отходы обогатительных фабрик, вскрышные породы угольных предприятий, железорудных и золотодобывающих и других производств.
2. Многие отходы обогащения являются ценным сырьем из-за высокого содержания в них полезных элементов. Это можно проиллюстрировать на примере отходов обогащения железных руд Абагурской аглофабрики (г. Новокузнецк). Это отходы или хвосты содержат в своем составе:

Использование многотоннажных промышленных отходов дает народному хозяйству значительный экономический и социальный эффект, обусловленный экономией сырья, уменьшением расходов на складирование и транспортирование отходов, сокращение отводимых под отвалы земель.

*Анализ вариантов* решения проблемы переработки фабричных отходов показывает, что легкая фракция хвостов может стать дешевым сырьем для строительной индустрии **только при сухой технологии обогащения**. Предлагаемая **технология «мокрого» обогащения** в качестве новых отходов будет сбрасывать в шламоотстойники именно силикатную часть хвостов, превращение которой в строительные материалы при их дисперсности и влажности становится нерентабельным.

При организации переработки хвостов Мундыбашской, а в дальнейшем и Абагурской фабрик **по технологии сухого обогащения:**

- их **грубозернистая силикатная часть** будет использоваться вместо песка для кладочных растворов и бетонов,
- а **шламистая часть отходов** может служить дешевым сырьем **для производства изделий стеновой керамики**. Примерная технологическая схема производства показана **на рисунке**.

**Результаты научных исследований были проверены в промышленных условиях на Ермаковском заводе керамических стеновых материалов.** На основе шламистых железорудных отходов была выпущена опытно-промышленная партия керамического кирпича марки 150. Кирпичи, благодаря особенностям структуры, имели морозостойкость более 35 циклов и высокий предел прочности при изгибе (более 10 МПа) Таким образом, **разработанная схема сухого обогащения позволит решить вопросы комплексной переработки железорудных отходов Кузбасса и использовать их шламистую часть в технологии стеновых керамических материалов.**

© Стороженко Г.И.