

В.Д. ПРИЛИПЕНКО, В.А. ДРОБОТ, А.А. АВРАМЕНКО

(Украина, Кривой Рог, АО "ВТНПФ "КОЛО"),

Т.А. ОЛЕЙНИК, д-р техн. наук,

К.В. НИКОЛАЕНКО, Л.В. СКЛЯР, кандидаты техн. наук

(Украина, Кривой Рог, Криворожский национальный университет)

К ВОПРОСАМ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

Появившиеся в последние десятилетия техногенные месторождения являются результатом интенсивного развития горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Эти месторождения обычно обладают своеобразным минеральным составом и являются потенциальным источником разнообразных полезных ископаемых. В последнее время возрос интерес к получению товарного железосодержащего сырья из отходов обогащения коренных бедных магнетитовых руд, вызванный с одной стороны монополизацией рынка железосодержащего сырья и его удорожанием, с другой стороны относительной простотой возможных способов получения товарных концентратов из ранее полученных и заскладированных в хвостохранилищах отходов первичного обогащения магнетитовых кварцитов.

Анализ исследований и публикаций

Рассматривая техногенно-ресурсный потенциал Украины как подсистему ее ресурсного потенциала, включающую постоянно образующиеся и уже накопленные промышленные отходы, уместно акцентировать внимание на невозможности выработки универсального методологического подхода к технологической, и как следствие, стоимостной, оценке различных групп техногенных ресурсов.

В качестве объекта исследований авторами был выбран разведанный участок одной из залежей лежалых хвостов, характеризующийся невыдержанностью и частой перемежаемостью тел лежалых хвостов с разными качественными характеристиками.

В результате изучения гранулометрического, химического и минерального составов представительной пробы железосодержащего техногенного сырья установлено, что проба представлена тонкозернистым материалом с размерами частиц менее 0,040 мм. Содержанием фракции -0,100+0,040 мм в материале составляет около 30%, содержание крупнозернистого материала с размером частиц более 0,100 мм – около 20%. Массовая доля железа общего – 23%.

Основным рудным минералом лежалых хвостов разведанной залежи является гематит (среднее содержание в составе хвостов 23,43 мас.%), представленный пластинчатой разновидностью (железной слюдкой) и зернистой разновидностью (мартитом). Количественно преобладает железная слюдка: соотношение

массы железной слюдки и массы мартита в составе лежалых хвостов около 90/10. Дисперсная разновидность гематита характерна преимущественно для тонкозернистых фракций лежалых хвостов. Второстепенное значение среди рудных минералов имеет магнетит. В разных навесках материала исходной пробы его количество изменялось от 6,15 до 0,57 мас.%. Гидроксиды железа (гетит, дисперсный гетит) встречается очень редко, в количественном отношении среди них преобладает гетит. Более 90% общей массы рудных минералов представлены раскрытыми частицами. Основным нерудным минералом лежалых хвостов является кварц: его среднее содержание составляет 55,62 мас.%. Кварц представлен, преимущественно, раскрытыми частицами. Для крупнозернистых фракций хвостов (более 0,1 мм) характерны сростки кварца с магнетитом, гематитом, силикатами.

Постановка задачи

Для обогащения техногенного сырья на одном из предприятий применяется технологическая схема, состоящая из таких операций передела: дезинтеграции; дешламации; классификации; гравитационной концентрации полезного компонента на конусных и винтовых сепараторах и фильтрования товарного продукта на ленточных вакуум-фильтрах.

Анализ получаемых показателей по такой технологической цепочке свидетельствует об очень низком выходе конечного концентрата.

Поэтому с целью повышения выхода товарного железосодержащего концентрата необходимо было разработать мероприятия, направленные на улучшение сепарационных характеристик гравитационного обогащения техногенного сырья.

Изложение материала и результаты

Были проведены лабораторные и промышленные испытания по схемам, с базовой и усовершенствованной гравитационными технологиями.

Проведены лабораторные испытания по гравитационному обогащению трех проб исходного сырья с различной массовой долей железа общего и значением коэффициента обогатимости, а именно: пробы с массовой долей железа общего 17,2%, пробы с массовой долей железа общего 23,1% и пробы с массовой долей железа общего 30,4%.

Анализ гранулометрического состава и распределения железа общего по классам крупности проб исходных хвостов показал, что выход класса +0,1 мм по пробам 1, 2, 3, соответственно, составил 6,3; 13,7 и 8,2%, при массовой доле железа общего 13,0, 13,4 и 18,2%, а выход класса 0-0,02 мм по этим пробам – 65,4, 38,8 и 29,7%, при массовой доле железа общего 11,8, 18,7 и 24,0%, соответственно.

Выход продуктивного класса 0,02-0,1 мм из пробы 1 – 28,3%, при массовой доле железа общего 26,2%, из пробы 2 – 47,5% при массовой доле железа общего 29,5%, из пробы 3 – 62,1% при массовой доле железа общего 35,1%;

В результате анализа гранулометрического состава всех трех проб установлено, что с увеличением массовой доли железа общего в исходном сырье, наблюдается повышение выхода продуктивного класса и массовой доли в нем

железа общего.

Результаты, полученные при обогащении трех проб, представлены на рис. 1.

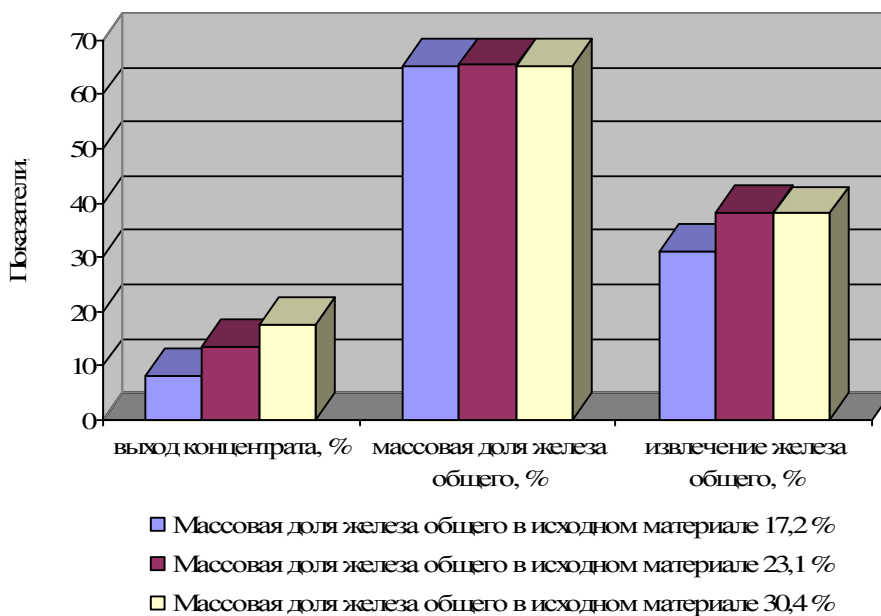


Рис. 1. Показатели обогащения проб железосодержащего сырья техногенного месторождения

В результате обогащения пробы с массовой долей железа 17,2% был получен железосодержащий концентрат 8,2% по выходу с массовой долей железа общего 65,2% и извлечением 31,1%.

Лабораторные испытания показали, что при гравитационном обогащении техногенного сырья, из исходных хвостов с содержанием железа общего 23,1% возможно получение двух видов концентратов: с содержанием железа общего 65,3-65,4% при выходе 13,5-13,6% и извлечении 38,2-38,4%, и с содержанием железа общего 67,6% при выходе 11,1% и извлечении 32,5%.

Показатели обогатимости пробы с массовой долей железа общего 30,4% близки показателям, полученным при обогащении пробы с массовой долей 23,1%. Повышение массовой доли железа общего в пробе приводит в данном случае только к повышению выхода концентрата.

Установлено, что для получения высококачественного концентрата (с массовой долей железа общего более 67%), целесообразно выделять продуктивный класс 0,02-0,1 мм и разделять его перед обогащением на две фракции 0,05-0,1 и 0,02-0,05 мм.

По сравнению с обогащением неклассифицированного материала (при одинаковом качестве конечного концентрата) классификация исходной пробы позволяет повысить выход товарного продукта на 1,6%, а также извлечение железа общего в концентрат – на 4,7%.

При содержании железа общего в конечном концентрате 65,3-65,4% показатели обогащения неклассифицированного и разделенного на классы продукта близки.

При промышленных испытаниях испытывалась технологическая схема с выделением из исходных хвостов класса 0,02-0,1 мм и его последующим гравитационным обогащением.

В ходе промышленных испытаний определялись оптимальные режимные параметры гравитационной сепарации, а также операций дезинтеграции и дешламации исходного материала.

Анализ материального баланса распределения продуктов по базовой технологической схеме показывает, что основные потери металла связаны с неэффективной работой винтовой сепарации 1-го приема. Так, содержание продуктивной фракции крупностью 0,02-0,1 мм в хвостах винтовой сепарации 1-го приема составило около 73%, а содержание железа общего – 22,8%. Минералогический анализ хвостов винтовой сепарации 1-го приема показал, что в них присутствует 13,2% рудной фазы представленной раскрытыми зернами гематита и магнетита, а также кварц и силикаты в количестве 79,7%. Причина низкой эффективности разделения на винтовых сепараторах типа ССп-0,6×3-Р заключается в несовершенстве их конструкции. К недостаткам конструкции указанных винтовых сепараторов следует отнести:

- несовершенство конструкции приемников продуктов обогащения с разделителями, допускающих частичное смешивание продуктов обогащения при разгрузке со спиралей в приемные желоба;
- отсутствие рукояток для изменения положения разделителей;
- отсутствие подачи промывной воды в спираль сепаратора;
- неровную рабочую поверхность спиралей сепараторов и др.

Были проведены лабораторные испытания по обогащению хвостов винтовой сепарации 1-го приема на концентрационном столе.

Из исходного сырья, с содержанием железа общего 22,8%, был получен концентрат, с содержанием железа общего 63,4%, при выходе от операции 7,8%. Учитывая, что выход хвостов винтовой сепарации 1-го приема составляет от 44,4-61,8%, можно ожидать увеличение общего выхода товарного концентрата на уровне 3,5-4,8%, что составит 9,2-9,6% против 4,8-5,7%

При отработке режимов работы дешламации на МД-9 определена неэффективность этой операции, в случае перегрузки дешламатора по пульпе и не соответствием производительностей – насоса, подающего пульпу со скруббер-бугары в дешламатор.

В ходе проведенных испытаний на установлена нецелесообразность выведения в хвосты промпродуктов крупностью 0,05 мм и менее.

В процессе промышленных испытаний узел классификации исходных хвостов был кардинально изменен. Схемой предусматривалась двойная классификация исходных хвостов, с поэтапным выделением из них в хвосты класса +0,1 мм и класса 0-0,02 мм. Образующаяся при этом фракция 0,02-0,1 мм, направлялась на последующее обогащение. Из-за низкой эффективности работы гидроциклонов диаметром 350 мм, задачей которых являлось вывод в пески класса +0,1 мм, они были полностью исключены из схемы цепи аппаратов. В работе были оставлены гидроциклоны диаметром 150 мм, задачей которых является вывод в слив частиц менее 0,02 мм.

Екологія

В период контрольных испытаний по технологической схеме, представленной на рис. 2, из исходного сырья с массовой долей железа общего 25,0%, был получен железорудный концентрат с массовой долей железа общего 63,1% при выходе 5,7% и извлечении 14,4%. Массовая доля железа общего в суммарных хвостах составила 22,7%. Фактический выход концентрата составил 5,85%. В результате промышленных испытаний исходного сырья с массовой долей железа общего 21,4%, был получен конечный концентрат с массовой долей железа общего 64,1% при выходе 4,8% и извлечении 14,4%. Массовая доля железа общего в суммарных хвостах составило 19,2%.

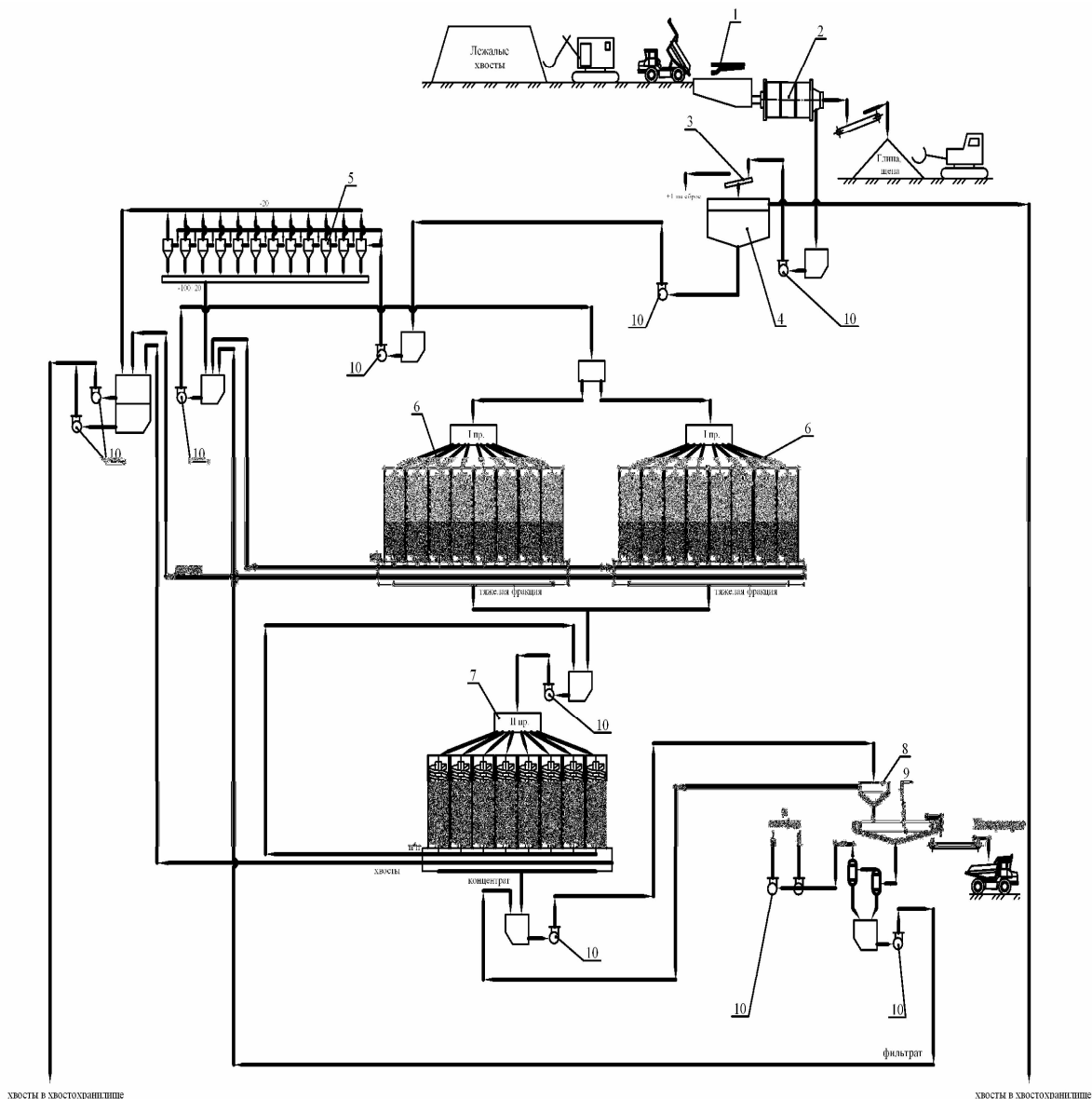


Рис. 2. Схема обогащения железосодержащего сырья техногенных месторождений:

- 1 – гидромонитор; 2 – скруббер-бутора; 3 – шпальтовое сито; 4 – дешламатор;
- 5 – батарея гидроциклонов; 6 – батарея трехзаходных винтовых сепараторов;
- 7 – батарея винтовых сепараторов; 8 – воронка сгустительная; 9 – ленточный вакуум-фильтр;
- 10 – насосные агрегаты для перекачки продуктов внутри технологической схемы

Выводы и направления дальнейших исследований

Таким образом, по сравнению с базовой схемой переработки техногенного сырья, разработанная технологическая схема гравитационного обогащения материала при равном содержании железа общего в концентрате, позволяет увеличить выход концентрата в 3,2 раза.

© Прилипенко В.Д., Дробот В.А., Авраменко А.А., Олейник Т.А.,
Николаенко К.В., Скляр Л.В., 2012

*Надійшла до редколегії 22.02.2012 р
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*