

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНОГО КОНЦЕНТРАТА ЛИСАКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИДРОМЕ- ТАЛЛУРГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Авторы: А. М. Ключников, М. Д. Вислинский [ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, kl-anton-mih@yandex.ru]

Гидрогетитовые железные руды Лисаковского месторождения характеризуются повышенным содержанием фосфора, находящегося в форме фосфатов железа и апатита. Действующая технологическая схема переработки руд Лисаковского месторождения представляет собой комбинацию гравитационных и магнитных методов обогащения, дополненную операцией обжига при 950 °С, предложенной и разработанной в ОАО «ВНИИМТ» [1]. Концентраты текущего производства на ЛФ ТОО «Оркен» (Лисаковский ГОК) имеют среднее содержание фосфора 0,90 %, изменяющееся обычно в пределах от 0,80 до 1,0 %. Данное содержание фосфора является неприемлемым для товарного железного концентрата и сужает его рынок сбыта. В данной работе была поставлена задача по исследованию и разработке способа снижения концентрации фосфора в получаемом концентрате гидрометаллургическим путем до $\leq 0,2$ %, что является нормативным значением для товарных железных концентратов.

В работе использовался железорудный концентрат (ЖРК) с действующего производства, прошедший стадию обжига при 950 °С, представляющий собой зерни-

стый материал, содержащий 59,5 Fe % и 1,02 % P. Гранулометрический состав соответствовал содержанию 85 % фракции $-0,63 + 0,15$ мм (что соответствует 100 % класса $-1,60 + 0,074$). Насыпной вес — 2,8 г/см³, удельный вес — 4,13 г/см³.

При изучении частиц концентрата до и после обжига отмечено, что после обжига фосфаты железа (III) переходят в фосфаты железа (II), что, в свою очередь, должно приводить к улучшению кинетики выщелачивания фосфора растворами серной кислоты. Поэтому в работе проводилось исследование по выщелачиванию растворами серной кислоты обожженного концентрата.

На пробе концентрата определялись зависимости остаточной концентрации фосфора от основных факторов, влияющих на процесс выщелачивания: расхода серной кислоты на выщелачивание; продолжительности выщелачивания; соотношения Ж : Т в исходной пульпе концентрата обогащения.

Опыты по выщелачиванию железорудного концентрата проводили по одноступенчатой методике, которая включала в себя приготовление раствора серной кислоты заданного объема и концентрации и внесение в по-

лученный раствор концентрата при интенсивном перемешивании импеллерной мешалкой. Интенсивность перемешивания соответствовала числу Рейнольдса не менее 20 000 (для создания интенсивного перемешивания). Температура среды в процессе экспериментов составляла 22 °С. После выщелачивания кек промывался большим избыточным количеством воды, и в нем определялось содержание фосфора. Опыты проводили в реакторе номинальным объемом 1 л, используя навески концентрата по 500 г.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие заключения.

Наименее значимым параметром выщелачивания является соотношение Ж : Т. Из графика на рисунке 1 наглядно видно, что изменение Ж : Т в пределах от 0,75 : 1 до 1,5 : 1 мало, не влияет на остаточное содержание фосфора в осадке, что указывает на возможность осуществления промышленного процесса выщелачивания практически при любом значении этого параметра в исследованном интервале. При этом видно, что выбор регламентного значения Ж : Т должен определяться фактически только из условия хорошей перемешиваемости пульпы в конкретном аппарате-выщелачивателе. С этой точки зрения рекомендованное в проектом режиме соотношение Ж : Т = 1 : 1 следует считать приемлемым и оптимальным. Важно отметить, что при выщелачивании потеря железа практически не происходит: концентрация железа в полученных растворах составляла не более 0,1 г/л.

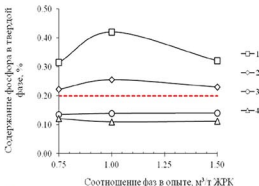
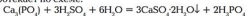


Рис. 1. Зависимость остаточного содержания фосфора в отмытом кеке выщелачивания от Т : Ж при выщелачивании в течение 2 ч при различных начальных расходах H_2SO_4 , кг/т: 30 [1], 50 [2], 70 [3], 100 [4]

Незначительный переход железа в раствор даже при 90 % извлечения фосфора свидетельствует о том, что фосфор в концентрате находится преимущественно в форме фосфата кальция, растворение которого протекает по схеме:



Преимущественное нахождение фосфора в виде фосфата кальция подтверждается также данными рентгеноструктурного и минералогического анализа.

Влияние фактора продолжительности выщелачивания наглядно иллюстрируется графиком на рисунке 2, из которого видно, что основное количество фосфора в твердой фазе в процессе выщелачивания переходит в жидкую фазу в течение первых 2 часов, поэтому указанное время является оптимальным и может быть нормировано в технологическом регламенте производства.

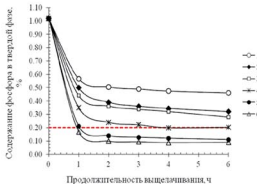


Рис. 2. Зависимость остаточного содержания фосфора в отмытом кеке выщелачивания от продолжительности выщелачивания при различных начальных расходах H_2SO_4 , кг/т: 20 [1], 30 [2], 40 [3], 50 [4], 70 [5], 100 [6]

Наиболее значимым фактором для процесса выщелачивания, как показывают данные, приведенные на рисунке 2, является расход кислоты. При расходе кислоты свыше 50 кг H_2SO_4 на тонну концентрата наблюдаются требуемые значения остаточной концентрации фосфора, то есть менее 0,2 %. Для промышленного осуществления процесса выщелачивания рекомендуется регламентировать расход на уровне 70 кг H_2SO_4 на тонну концентрата. По данному варианту в раствор за 2 часа взаимодействия извлекается до 87 % фосфора, при этом в конечном железном



концентрате содержание фосфора составляет 0,13 %. Полученные растворы выщелачивания содержат около 44–46 г/л серной кислоты и 6,8–8,9 г/л фосфора в виде ортофосфорной кислоты. Выход отмытого концентрата в расчете на сухую массу составляет 95 % от исходного (за счет убыли массы при кислотной обработке), что, в свою очередь, обеспечивает обогащение концентрата по железу до 62,4 %.

Для эффективного обесфосфоривания необходима также разработка условий обезвоживания и промывки. Для адаптации к условиям действующего производства предлагается проводить обезвоживание путем дренирования на сетке с последующей промывкой свежей или оборотной водой. В данных условиях достигнута влажность материала составляет не более 8,0–8,5 %. На рисунке 3 представлены результаты определения оптимального расхода воды на промывку в данных условиях.

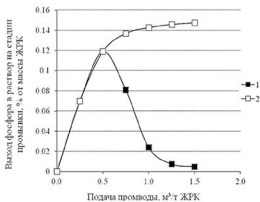


Рис. 3. Интегральная [2] и дифференциальная [1] кривая промывки железного концентрата после выщелачивания при расходе 70 кг H_2SO_4 /т

Очевидно, что подача 0,5 м³ H_2O на 1 т концентрата приводит к практически полному (90 %) удалению фосфора, захваченного с маточной влажной осадкой. Дальнейшее повышение расхода воды нецелесообразно, так как практически не приводит к повышению полноты отмывки.

На основании изученного разработана технологическая схема обесфосфоривания железного концентрата, представленная на рисунке 4. Для реализации экономии серной кислоты было предложено из объединенных маточных растворов дренирования и промывки, получаемых в количестве 1,5 м³/т ЖРК, доукомплектовать по серной кислоте и возвращать на стадию выщелачивания 0,75 м³/т. При этом оставшиеся 0,75 м³/т предполагается выводить на узел нейтрализации известняком с получением отвалного кека, содержащего смесь фосфата и сульфата кальция. Полученную очищенную воду после нейтрализации также целесообразно возвращать в оборот.

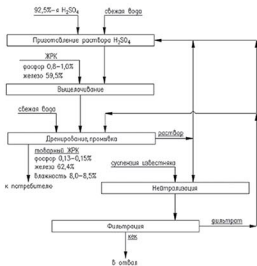


Рис. 4. Рекомендуемая технологическая схема обесфосфоривания железорудного концентрата Лисаковского ГОКа

Для проверки схемы была организована переработка партии концентрата в замкнутом цикле с частичным возвратом раствора на стадию выщелачивания, как указано выше. Выщелачивание проводилось раствором 70 г/л серной кислоты при соотношении $J : T = 1$, продолжительность 2 часа. В процессе работы в периодическом режиме согласно схеме, изображенной на рисунке 4, были достигнуты в объединенном маточном растворе равновесные концентрации фосфора и серной кислоты около 11 и 45 г/л соответственно при устойчивом содержании фосфора 0,14–0,15 %. Извлечение фосфора в раствор составляет около 84 %.

Полученный результат свидетельствует о перспективности данного на-правления обесфосфоривания железорудных концентратов в качестве альтернативы прометаллургическим методам удаления фосфора. В то же время необходимо отметить достигнутую низкую кинетику выщелачивания фосфора сравнительно с другими исследованиями в отношении аналогичного сырья. По-видимому, это объясняется нестабильностью работы печи обжига в производстве, что приводит к достижению температуры обжига ниже 950 °С.

Список использованной литературы

- Карелин В. Г. Особенности пиро-, гидрометаллургической технологии обесфосфоривания бурого железняка Лисаковского месторождения / В. Г. Карелин, Л. А. Зайнуллин, А. Ю. Епишин, Д. А. Артов // Сталь. — 2015. — № 3. — С. 8–11.

