

Установка *Flexicone Fe-regeneration* регенерации закиси железа Fe^{2+} в Fe^{3+} для окисления полиметаллических, сульфидных руд и концентратов

Для окисления сульфидных упорных руд в настоящее время применяются различные технологии: обжиг, автоклавное окисление, ультратонкий помол с окислением в растворе, бактериальное окисление и другие. Каждая из вышеперечисленных имеет свои преимущества и недостатки. Нами разработана электрохимическая технология позволяющая комбинировать преимущества нескольких технологий, таких как низкая себестоимость процесса в сочетании с с низкими капитальными затратами, экологическая безопасность, высокая степень окисления сульфидов, а также масштабируемость и автоматизация процесса. Это позволяет использовать технологию как для мелких артелей, так и для крупных компаний.

В разработанной гидрометаллургической технологии **Flexicone Fe-regeneration**, перевод ионного железа в высшую степень окисления - необходимая стадия для регенерация раствора Fe^{2+} , после использования в качестве окислителя:

1. при окислении сульфидных руд
2. в сульфатных и хлоридных растворах извлечения цветных металлов и платиновых металлов из концентратов
3. в тиомочевинных Fe^{3+} системах выщелачивания золота и серебра

Как известно, Fe^{2+} легко окисляется воздухом в нейтральной или щелочной среде. Однако окисление солей закисного железа кислородом протекает очень медленно по сложным, многостадийным маршрутам и сильно зависит от состава реакционной среды и других условий процесса. Особенно трудно окислить Fe^{2+} в хлоратных и сульфатных растворах, в этих случаях скорость окисления может быть обратно пропорциональна квадрату концентраций H^+ и Fe^{2+} .

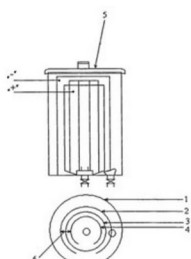
Для достижения более глубоких степеней превращения предлагалось использовать дорогие окислители, в частности иодат, хлорат, азотную кислоту, озонированный воздух, пероксид водорода, диоксид хлора, пиролюзит, а также вводить различные добавки (спирты, тирон, ЭДТА и аналогичные лиганды). Предпринимались попытки решить эту проблему путем использования гомогенных катализаторов (солей меди, порфиринов, оксидов азота и азотистой кислоты). Из числа гетерогенных катализаторов с этой целью пробовали применять сланцы, активированные угли, но все они оказались крайне мало эффективными. Например, в условиях окисления воздухом $FeSO_4$ (0.1 моль/л) в растворе H_2SO_4 с концентрацией 0.15 моль/л при $35^\circ C$ в присутствии активированного угля (подвергнутого для повышения активности термообработке в вакууме) конверсия Fe^{2+} в Fe^{3+} за три дня составила всего 25%, хотя это и в 10 раз больше, чем в отсутствие катализатора. Было найдено, что модифицирование углеродной поверхности азотсодержащими группами повышает скорость реакции на порядок, но абсолютная активность остается низкой и, как правило, падает со временем.



Экзотермический процесс окисления Fe^{2+} на воздухе (температура саморазогрева $72C$)

При исследовании окисления $Fe(2)$ кислородом нами было найдено, что при электрохимическом воздействии нанесенные на пористый носитель биметаллические системы оказались наиболее эффективными, со скоростью окисления на порядок выше по сравнению бактериальным окислением. При этом весь процесс протекает в открытой системе при температуре окружающей среды и нормальном атмосферном давлении. Это позволяет использовать технологию при выщелачивании руд как в чановом режиме, так и при кучном выщелачивании.

Пилотные установки **Flexicone Fe-regeneration** регенерации закиси железа



- 1 - корпус
- 2 - катод
- 3 - диафрагма
- 4 - анод
- 5 - крышка



Реактор с электродами и ионопроницаемой диафрагмой



В мире накоплено огромное количество техногенных хвостов флотации цветных металлов и цианирования золота. Как правило переработка таких хвостов существующими технологиями является нерентабельной или требует огромных капитальных вложений.

Мы предлагаем комплексный подход к переработке хвостов с применением технологии **Flexicone Fe-regeneration**.

В процессе переработки техногенных хвостов даже с низким содержанием целевых металлов рентабельность достигается за счет максимально полной переработки отходов с получением готовой реализуемой продукции :

1. драгоценных металлов : Золота, серебра и МПГ
2. цветных металлов в порошковом виде или слитков
3. железа в виде : металлического порошка , гидроксида железа или соли $FeSO_4$
4. серы в виде гипса или соли
5. электрохимически генерируемой электроэнергии

Рентабельность переработки сульфидных хвостов зависит от многих факторов. Наиболее важным, от которого зависит процент извлечения металлов является процесс окисления и степень вскрытия сульфидов : пирита , халькопирита и др.

С применением технологии **Flexicone Fe-regeneration** стоимость процесса вскрытия сульфидов при кучном выщелачивании минимизирована до 50 рублей /на тонну сульфидов.

При этом немаловажный этап-это извлечение меди и др, цветных металлов .из растворов в процессе окисления сульфидов электролитически и с применением катионнообменной смолы.

С применением малоопасных растворов $Fe_2(SO_4)_3$ в открытых системах достигнута максимальная экологическая безопасность процесса

Сульфидные железо и сера выводится в процессе из раствора в виде соли $FeSO_4$, порошкового железа или гидроксида , гипса $CaSO_4$

С применением технологии **Flexicone Fe-regeneration** и **Flexicone Thiourea Leaching** достигнута максимальная степень 99% извлечения золота и серебра из упорных руд и концентратов при минимальной себестоимости и абсолютной безопасности процесса.

Наша кампания предлагает установки **Flexicone Fe-regeneration** с объёмом от 1м3

