

УДК 669.28+669.277; 532.64 (088.8)

Х.Ф. Адинаев, Е.Т. Сафаров, В.П. Гуро
(Институт общей и неорганической химии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан)

ПЕЧЬ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ ДЛЯ ОБЖИГА МОЛИБДЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

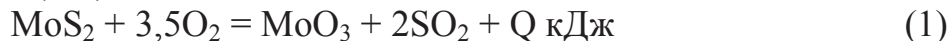
Введение. Технологией молибдена АО «Апмалыкский ГМК» предусмотрен обжиг молибденитового концентрата (МОК) состава (в %): влажность 0,42, Мо 38; Re 0,7; Cu 2,5; P 0,009; Sb 0,025; WO₃ 0,05; S 25,2; SiO₂ 10,8, с получением огарка промышленного продукта, с содержанием МоО₃ не менее 97%. Вследствие близости температур возгорания молибденита 500–510°C и начала спекания огарков 580–590°C, обжиг ведут при температуре в слое 550–570°C [1]. На практике, для повышения возгона семиоксида рения, эту температуру повышают до 580-590 °C (выше растут потери Мо из-за давления паров МоО₃), тем самым процесс идет в зоне риска налипания. Пока для окислительного обжига МОК применяют барабанную печь, где затруднено поддержание температуры обжига, а перегрев приводит к спеканию материала и неполному окислению сульфидов.

Скорость обжига МоS₂ лимитируется диффузией кислорода и отводом диоксида серы из зоны реакции. Печь КС, из всех печей, обеспечивает минимум сопротивления диффузии. Недостатком ее также является низкая производительность. Известны конструкции, пришедшие ей на смену: подовые и печи кипящего слоя. Из-за пыления сульфидных руд при обжиге и потери сырья предварительно их окомковывают. В качестве связующего гранулирования традиционно применяют бентонит или каолин, но в последние годы сообщается об органических связующих, взамен глинистых связующих [2-3]. В связи с недостатками вышеуказанной технологии АО «Апмалыкский ГМК»: разубоживании огарка промышленного продукта молибденового по молибдену из-за введения в шихту 8-10% каолина, закономерен интерес к альтернативной технологии гранулирования и обжига МОК.

Цель работы: разработка пилотной печи КС для испытания новой «безкаолиновой» технологии производства Мо огарка.

Объекты исследования: шихта МОК состава, %: Мо 36,10; Re 0,055; Си 1,57; S 28, 73 со связующими: каолином Ангреновского месторождения, водорастворимыми органическими полимерами растительного (СК-К, СК-Д) и синтетического (СК-1) происхождения. Образцы

гранул с различными связующими получали в промышленном грануляторе ЦПРМ МПЗ комбината. Обжиг их, согласно (1), осуществляли в муфельной и барабанной печах цеха, а также в пилотной печи кипящего слоя (КС):



Скорость обжига при температуре выше 600 °С лимитируется диффузией кислорода и отводом продукта - диоксида серы, из зоны реакции. Для ее увеличения целесообразно уменьшить сопротивление диффузионных стадий за счет измельчения Мо-содержащих фаз и повышения пористости гранул. Рациональным оказался обжиг Мо-сырья в КС-слое, где снижено такое сопротивление, при 580 °С, ответственный за окисление МОК до МоО₃.

Установлено, что в отсутствии перемешивания гранул, в первых двух печах гранулы на основе полимеров СК-К, СК-Д спекаются из-за неполного сгорания органического компонента, а в печи КС – нет. В нем частицы материала находятся в восходящем потоке газа, характеризующимся интенсивным движением частиц. В такое состояние зернистый материал переходит при достижении некоторой критической скорости газового потока, определяемой из зависимости между сопротивлением слоя и линейной скоростью газа. Преимущества обжига в КС вытекают из его особенностей:

- 1) Благодаря хорошему контакту частиц с газом химические реакции в КС протекают быстро;
- 2) Подвижность слоя, подобная подвижности жидкости, позволяет легко осуществить непрерывную выгрузку, «вытекание» материала из печи через разгрузочную трубу;
- 3) КС обладает высокими теплопроводностью и коэффициентом теплопередачи. Избыточное тепло из слоя отводится.

Разработана технология производства и применения альтернативного каолину беззольного компонента шихты гранулирования, отличающегося от каолина повышенным, на 5%, содержанием Мо в огарке промышленного продукта молибденового, а также лучшими гидрометаллургическими свойствами его переработки на Re, Мо, Au, Ag. В результате отказа от барабанной печи в пользу печи КС ускоряется выпуск товарной продукции: с 7 ч времени обжига до 1 ч. В результате исследования гранул и огарка из речи КС, установлено, что применение в шихте Мо-концентрата полимерных связующих имеет преимущество перед применением каолина: необходимое количество полимера - в 4-10 раз меньше, по сравнению с каолином, обеспечивая полное извлечение Re и Мо из огарка.

Разработана и изготовлена пилотная печь кипящего слоя (КС)

[4], с габаритами, мм: 2000x2000x1000 и массой 700 кг, частично автоматизированная, с контролем температуры и ее регулированием. В обжиговой зоне создан блок улавливания серного ангидрида и семиоксида рения. Для нее предусмотрен отказ от каолинового связующего и переход к беззольному органическому связующему СК [5] - декстрину, с расходом 1,0-1,5 % сухого вещества на 100 кг шихты. Качество полученных в печи КС окатышей соответствует техническим условиям TSh 64-23283880-07:2013. Прочность их удовлетворительная. Режимы обжига: в барабанной печи 7 ч, в печи КС - 1 ч. Реализован способ переработки огарка Мо-концентрата, полученного обжигом гранулированного Мо-концентрата, сформированного на основе полимерных связующих по Технологической инструкции НПО АО «Алмалыкский ГМК» производства молибденовых соединений ТИ48-4208-5-24-2002.

Гранулирование образцов шихты гранулирования МОК разной природы провели в АО «Алмалыкский ГМК», получив контрольную (на основе каолина) и опытную (на основе СК) партии. Время их гранулирования 1 час, полимерное связующее на тарель гранулятора подавался предварительно разбавленный водой в объемном соотношении 1:6, затем гранулы доводились до диаметра 2-4 мм и прочностной кондиции водой и подавались на сушку и обжиг. Режимы обжига в барабанной печи комбината и в печи КС совпадали по температуре (570 °С), но различались по времени: в первом случае - 7 ч, во втором - 1 ч. После обжига пробы проанализированы (Perkin-Elmer 3030В и ICP- Aligent 7500 ICP). Поверхность гранул отсканирована (SEM ZEISS EVO MAЮ, CarlZeiss Group). В результате локального рентген-флюоресцентного микроанализа партии 1а следует, что добавка в шихту МОК 8% каолина обезубоживает материал по Мо, по сравнению с образцами других партий на основе органических связующих, сгоравших при обжиге, образуя пористую структуру, способствующую большей степени окисления молибденита до MoO_3 . Этот вывод подтвержден электронной микроскопией участков поверхности и данными о большей пористости огарка из безкаолиновой шихты, полученными методом сорбции газообразного азота.

Образцы, обожженные в печи КС за 0,5-1,0 ч, окислены полностью по молибдениту, до Мо-ангидрида. А каолин-содержащие образцы, обожженные, для сравнения, в барабанной печи, за 7 ч, содержат небольшую долю неокисленного молибденита.

Пилотная печь КС создана для исследований режимов обжига. Она содержит: - реактор в виде вертикальной теплоизолированной трубы с съемным дном-вставкой, имеющий патрубки с фланцами для

подачи горячего воздуха снизу и его вывода с обработанным порошком в циклон сверху; - фланец-заглушку сверху реактора для обеспечения технического доступа; - устройство загрузки гранул порошка сульфидного концентрата сбоку, закрываемое толстостенным кварцевым стеклом; - двухслойную сетчатую поверхность под дном-вставкой реактора для прохождения горячего воздуха через слой гранул порошка концентрата сульфидных руд; - воздухогреющий двухконтурный котел. Печь снабжена скруббером для улавливания возгона семиоксида рения. Проводится оптимизация режимов ее работы для составления технического задания на проектирование промышленной печи КС.

Выводы: Проведено предварительное сравнительное испытание полимерных связующих взамен каолина при шихтовании Мо-концентрата. Разработан режим обжига гранул на их основе в печи кипящего слоя, взамен барабанной печи. Выявившее преимущество новой технологии (новый состав шихты и замена барабанной печи печью КС) перед существующей. Рекомендовано провести набор статистики результативности обжига МОК в изготовленной пилотной печи КС для подготовки технического задания на проектирование промышленной установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуро, В. П., Юсупов, Ф. М., Сафаров, Е.Т., Рахматкариева, Ф. Г. (2016). Выбор оптимального связующего для гранулирования молибденитового концентрата. ISSN0 372-2929. Цветные металлы. 2 (68-73). DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/tsm.2016.02.11>.
2. Патент RU 2353678. Способ окомкования сульфидных молибденитовых концентратов. Палант А.А. (RU), Горбачев М.И. (RU), Морозов И.В.(RU), Москаленко С.А.(RU). МПК C22B1/244 (2006.01). Оpubл.: 27.04.2009. Заявка: 2007125956/02, от 10.07.2007. Дата нач. отсч. срока дейс. патента: 10.07.2007.
3. Патент UZ IAP 06177. Способ окомкования сульфидных молибденитовых концентратов, Приоритет 23.01.2020 по заявке IAP 20170198, авторы: Гуро В.П., Ибрагимова М.А., Сафаров Е.Т. Выдан 31.03.2020. Бюл. № 3.
4. Рузиев, У.Н., Гуро. В.П., Адинаев, Х.Ф., Эрназаров, У. Р. (2020). Пилотная печь кипящего слоя для обжига сульфидных минералов. Горный вестник Узбекистана. 2 (81), (50-52).
5. TSh 23766064-05:2017 «Полимеров СК водные растворы. Технические условия». Узстандарт. Ташкент - 2017.