

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

TECHNOLOGY DIVISION PRODUCT OF COMPLEX PROCESSING OF METALLURGICAL SLAG AND SLUDGE USING MAGNETIC SEPARATION

Shatohin Igor Mikhailovich – CEO STPP "Etalon", Magnitogorsk, Russia. Phone: 8 (3519) 49-91-95

Bigeev Vahit Abdrashitovich – D.Sc. (Eng.), Professor of ferrous metallurgy department of the Institute of metallurgy, machine building and material processing, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: v.bigeev11@yandex.ru

Kuzmin Aleksandr Leonidovich – Ph.D. (Eng.), a leading STPP "Etalon" researcher, Magnitogorsk, Russia. Phone: 8(3519) 49-91-78

Chernyaev Alexander Aleksandrovich – Ph.D. (Eng.), Senior Software Engineer of JSC "MMK - Informservis", Magnitogorsk, Russia. Phone: 8-902-890-29-06

Amangeldiyev Nurlan Maratovich – undergraduate student of ferrous metallurgy department of the Institute of metallurgy, machine building and material processing, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: nurik-9393@mail.ru

Zuparov Nursultan Sandybaevich – undergraduate student of ferrous metallurgy department of the Institute of metallurgy, machine building and material processing, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: nursik.007@mail.ru

Abstract. Metallurgical waste in the form of slag and zhelezotsinksoderzhaschih sludge and dusts can be attributed to anthropogenic iron ore raw materials, recycling will reduce the consumption of natural resources. In addition, the extra profits from the processing of these wastes can be obtained due to the presence in them of zinc. For this proposed use of processing technology in which in addition to iron reduction is effectively capture zinc vapor.

Keywords: zinc containing materials, slag, sludge, dust, magnetic separation, blood oranges, magnetic oxide product, the non-magnetic product.



УДК 669.053

Ахтамов Ф.Э., Нишонов Б. У.

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ЦИНКОВЫХ КЕКОВ

Аннотация. В статье рассмотрены технологии переработки цинкового кека и приведены недостатки существующей технологии. Представлены результаты исследования термодарообработки и процесса сернокислотного выщелачивания термодарообработанного продукта, целью которого является доизвлечение цинка и ряда цветных металлов. Рассмотрены разнообразные схемы выщелачивания термодарообработанного цинкового кека. Изучены влияние различных факторов (температура, концентрация кислоты, продолжительность выщелачивания, плотность пульпы и т.д.) на степени извлечение металлов в раствор, найдены оптимальные условия его проведения.

Ключевые слова: кек, обжиг, минералы, феррит, выщелачивание, сернокислотный раствор, сульфид, вельцевание, восстановление, термодарообработка.

В настоящее время в мировой практике применяют пирометаллургические и гидрометаллургические способы переработки цинковых кеков. Пирометаллургические методы переработки кеков отличаются большим разнообразием и основаны главным образом на реакциях восстановления оксида и ферритов цинка с помощью углеродистых восстановителей при относительно высоких температурах, возгонке цинка, свинца, редких металлов и окислении возгонов в газовой фазе.

Наибольшее распространение среди пирометаллургических методов переработки цинковых кеков получил процесс вельцевания (восстановительно-

возгонный обжиг) при температуре 1100–1300°C с добавкой кокса в количестве 35÷45% от массы перерабатываемого материала. При этом получают цинковые возгоны и клинкер – остаток от вельцевания, который, в свою очередь, содержит много ценных компонентов. Цинковые возгоны возвращаются обратно в процесс сернокислотного выщелачивания.

Недостатками вельцпроцесса являются:

- большой расход дорогого и дефицитного кокса;
- необходимость высоких температур для протекания процесса;
- нерешенность вопросов извлечения других ценных компонентов, таких как Au, Ag, Pb, Cu, Fe и др., из-за отсутствия рациональной технологии пере-

работки медного клинкера.

В связи с этим были проведены исследования возможности переработки цинковых кеков способом термopарoобpаботки с последующим сернокислотным выщелачиванием огарка. Термopарoобpаботка способствует к переходу нерастворимых водных растворов соединений металлов в водорастворимую форму. Таким образом, результаты термодинамического анализа показали, что при термopарoобpаботке цинковых кеков происходит окисление сульфидов в присутствии водяного пара. Элементарная сера и сера, образующаяся при разложении сульфидов, взаимодействуют с парами воды, образуя диоксид серы, который взаимодействует с сульфидными минералами. При термopарoобpаботке сульфид цинка ZnS превращается в основном в ZnO , феррит цинка $ZnO \cdot Fe_2O_3$ – в $ZnSO_4$ и Fe_2O_3 , медь – в CuO , сульфиды железа превращаются в Fe_3O_4 – магнетита.

В ходе исследования было изучено влияние температуры термopарoобpаботки на степень извлечения различных металлов в раствор. Опыты проводили в температурном интервале от 400 до 800°C. Термopарoобpаботка цинковых кеков при 600°C оказывает положительное влияние на степень извлечения цинка в сернокислотном растворе. При температурах выше 600°C извлечение Zn и Cu из термopарoобpаботанного продукта в раствор увеличивается незначительно. Поэтому оптимальной для термopарoобpаботки цинкового кекa можно считать температуру 600°C.

При изучении влияния продолжительности термopарoобpаботки на степень извлечения металлов в раствор были проведены опыты продолжительностью 0,5; 1; 2; 2,5 и 3 ч. Термopарoобpаботка цинкового кекa при оптимальном температурном режиме во времени приводит к уменьшению массы навески продукта и росту содержания цинка и других металлов в огарке. На основании полученных результатов и по экономическим соображениям можно утверждать, что оптимальная температура термopарoобpаботки составляет 600°C, а время термopарoобpаботки – 1 ч.

Огарок термopарoобpаботки выщелачивали раствором серной кислоты. Применение серной кислоты является технологически и экономически оправданным, так как при этом получают раствор сульфата цинка, который можно вводить в основной цикл цинкового завода. Назначение операции выщелачивания огарка – растворить как можно полное соединения

цинка, содержащиеся в огарке, и получить чистые растворы для электролиза. Выбор серной кислоты как растворителя обусловлен хорошей растворимостью в ней ZnO , условиями последующей операции электролитического восстановления цинка, а также наличием на любом цинковом заводе в достаточном количестве серной кислоты, получаемой при электролизе и производимой на месте из обжиговых газов.

В мировой практике применяют разнообразныe схемы выщелачивания: одностадийную, двухстадийную и трехстадийную. Выщелачивание осуществляют периодически и непрерывно. Степень растворения цинка из огарка возрастает с увеличением концентрации H_2SO_4 и температуры, но при этом повышается и содержание в растворе примесей, которые могут ухудшить условия электролиза раствора. Концентрация многих примесей в растворе зависит от pH. Чем выше pH раствора, тем ниже содержание в нем таких примесей, как железо, медь, мышьяк, сурьма и др. Повышение pH возможно до 5,2-5,4. При более высоких pH может гидролизаться цинк и выпасть в осадок в виде гидроксида.

В лабораторных условиях были проведены исследования влияния различных факторов (температура, концентрация кислоты, продолжительность выщелачивания, плотность пульпы и т.д.) на степень извлечения металлов в раствор. Степень извлечения цинка и других металлов при выщелачивании огарка ($T:Ж=1:5$) при 60°C находится в определенной зависимости от концентрации серной кислоты (рис.1).

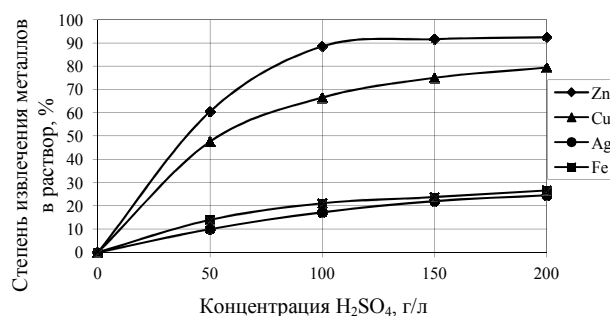


Рис.1. Зависимость степени извлечения металлов в раствор от концентрации кислоты

Результаты опытов приведены в таблице.

Результаты сернокислотного выщелачивания термopарoобpаботанного цинкового кекa

№	Наименование продукта	Выход			Содержание цинка		Извлечение цинка, %	Условия опыта
		г	мл	%	г/л	%		
1	Исходный огарок	00	-	00	-	24,6	100	$C_{H_2SO_4} - 50$ г/л, $\tau_{выщ-е} - 1$ ч, $T:Ж=1:4$, $t=60^\circ C$
	Раствор	-	00	-	5,2	-	57,4	
	Кек	0	-	0	-	13,12	42,6	
2	Раствор	-	00	-	4,2	-	88,2	$C_{H_2SO_4} - 100$ г/л, $\tau_{выщ-е} - 1$ ч, $T:Ж=1:4$, $t=60^\circ C$
	Кек	8	-	8	-	4,27	11,8	
3	Раствор	-	00	-	6	-	90,9	$C_{H_2SO_4} - 100$ г/л, $\tau_{выщ-е} - 2$ ч, $T:Ж=1:4$, $t=60^\circ C$
	Кек	6	-	6	-	3,38	9,1	
4	Раствор	-	00	-	6,5	-	91,9	$C_{H_2SO_4} - 150$ г/л, $\tau_{выщ-е} - 1$ ч, $T:Ж=1:4$, $t=60^\circ C$
	Кек	2	-	5	-	3,22	8,1	

Как видно из результатов опытов, с повышением концентрации серной кислоты в растворе (до 150 г/л) растворимость составляющих огарка линейно возрастает. Увеличение концентрации серной кислоты более 150 г/л не дает существенного увеличения степени перевода цинка в раствор, в то время как переход примесей в раствор (особенно железа) начинает возрастать. Для выщелачивания термопарообработанных цинковых кеков серной кислотой рекомендуется концентрация серной кислоты не выше 150 г/л, этим также можно регулировать степень растворения сопутствующих минералов. При этом извлечение цинка в раствор составляет 91,9% и содержание цинка в кеке после выщелачивания 3,22%. Увеличение концентрации серной кислоты более 150 г/л не дает существенного увеличения степени перевода цинка в раствор, в то время как переход примесей в раствор (особенно железа) начинает возрастать.

Изучение влияния продолжительности процесса на выщелачивание цинка из продукта сернокислым раствором с концентрацией 150 г/л показывает, что в начальный период (до 60 мин) переход цинка в раствор протекает очень интенсивно, а через 120 мин устанавливается динамическое равновесие процесса выщелачивания (рис. 2).

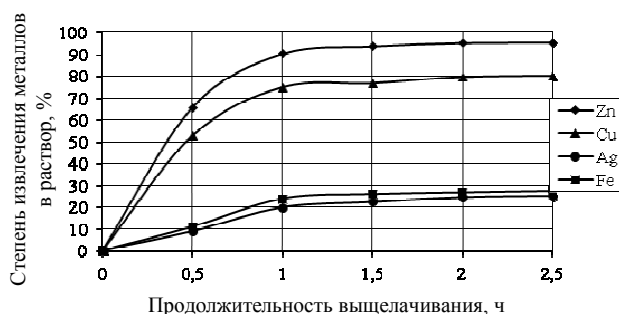


Рис. 2. Зависимость степени извлечения металлов в раствор от продолжительности выщелачивания

Увеличение продолжительности контакта сернокислотного раствора и огарка может привести к повышению содержания примесей в растворе. При выщелачивании огарка с серной кислотой в первую очередь реагируют окисленные минералы цинка и меди. Минералы железа и серебра взаимодействуют с серной кислотой медленно. Поэтому для того, чтобы достичь максимального извлечения цинка при минимальном переходе в раствор примесей, продолжительность выщелачивания можно выбирать 1 ч.

Скорость подавляющего большинства химиче-

ских реакций, а также диффузия с ростом температуры увеличиваются. С повышением температуры наблюдается достаточно медленный рост концентрации цинка в раствор. Однако, начиная с 40°C, при увеличении продолжительности процесса происходит более интенсивный прирост степени извлечения цинка и меди. Это объясняется тем, что при повышенных температурах быстрее образуется $ZnSO_4$. Следует ожидать, что с повышением температуры в дальнейшем скорость растворения будет возрастать. Но вместе с тем надо учитывать, что повышение температуры незначительно сказывается на растворении полезного компонента (цинка), тогда как переход в раствор примесей при этом сильно возрастает. Повышение температуры более 80°C незначительно влияет на выщелачивание цинка, но сильно увеличивает переход в раствор примесей. Необходимый гидродинамический режим для достижения однородной плотности пульпы обеспечивают с помощью механического перемешивающего устройства.

Таким образом, были установлены следующие оптимальные условия выщелачивания термопарообработанного цинкового кека: концентрация серной кислоты 125-150 г/л, температура 75-80°C, продолжительность 1 ч. В этих условиях степень извлечения цинка в раствор составляет 85-95 % и железа 28,1 %, а выход кека 58-60% от веса огарка. Остаток после выщелачивания является источником для получения благородных металлов и их можно извлекать обычным способом (цианированием). Результаты исследования свидетельствуют о возможности эффективной переработки цинковых кеков термопарообработкой с последующим сернокислотным выщелачиванием.

Список литературы

1. Снурников А.П. Гидрометаллургия цинка. М.: Металлургия, 1981. 384 с.
2. Кляйн С.Э., Козлов П.А., Набойченко С.С. Извлечение цинка из рудного сырья. Екатеринбург: УГГУ-УПИ, 2009. 492 с.
3. Пискунов В.И., Ярославцев А.С., Ковыршин В.Г. и др. // Цветная металлургия. 1972. № 1. С. 35.
4. Лакерник М.М., Пахомова Г.Н. Металлургия цинка и кадмия. М.: Металлургия, 1969. 485 с.: ил.
5. Лайкин А.Я. Опыт применения кислорода в металлургических процессах на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате им. В. И. Ленина. М.: Цветметинформация, 1963. С. 38.
6. Сыроешкин М.В., Юмакаев Ш.И., Переработка вельц-окислов, шлаковозгонов и свинцовых пылей на свинцово-цинковых заводах. М.: Металлургия, 1971. 88 с.: ил.

Сведения об авторах

Нишонов Бобомурод Уринбоевич – ассистент кафедры «Металлургия и химическая технология» Алмалыкского горно-металлургического факультета, Навоийский государственный горный институт (НГГИ), Узбекистан. Тел.: +99894 4288766. E-mail: nbuuzb1987@gmail.com

Ахтамов Фозил Эркинович – ст. науч. сотрудник-исследователь кафедры «Металлургия и химическая технология» Алмалыкского горно-металлургического факультета, Навоийский государственный горный институт (НГГИ), Узбекистан. Тел.: +99890 7312360. E-mail: AFE82@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

ABOUT PROCESSING OF ZINC CAKE

Nishonov Bobomurod Urinboyevich – Teacher Assistant, Almalic Mining Metallurgical Faculty, Navoi State Mining Institute, Uzbekistan.

Axtemov Fozil Erkinovich – Assistant Professor, Almalic Mining Metallurgical Faculty, Navoi State Mining Institute, Uzbekistan.

Abstract. *The article describes the technology for processing of zinc cake and given the shortcomings of existing technology. The results of the study heat treatment and sulfuric acid leaching process heat treatment product which is intended to additional recovery of zinc and a number of non-ferrous metals. Considered various schemes heat treatment leaching of zinc cake. The influence of various factors (temperature, acid concentration, the duration of leaching, the pulp density, etc.) on the degree of extraction of metals in the solution found optimal conditions for the meeting.*

Keywords: *cake, roasting, minerals, ferrite, leaching sulfuric acid solution, sulfide, waelz process, recovery, heat treatment.*

◆ ◆ ◆