

УДК 669.5

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦИНКОВЫХ КЕКОВ

Тимофеева А.С., Болтус Т.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Марченко Н.В.

ст.преп. Алексеева Т.В.

Сибирский федеральный университет

Проблема рационального и комплексного использования сырья занимает важное место в работе предприятий цветной металлургии.

Одной из основных тенденций в производстве цинка является повышение комплексности использования сырья, определяемой наличием в сырье полезных компонентов и степенью извлечения их во все виды товарной продукции.

Промпродуктом, представляющим наибольший интерес, с точки зрения комплексности использования сырья, являются цинковые кеки, получающиеся после выщелачивания обожженного цинкового концентрата. Выход кеков составляет от 25 % до 45 % от массы огарка.

Рациональная переработка цинковых кеков определяет степень общего извлечения цинка в производстве и степень комплексности использования цинковых концентратов.

В настоящее время в мировой практике применяют пирометаллургические и гидрометаллургические способы переработки цинковых кеков.

Пирометаллургические методы переработки кеков 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.

Недостатками пирометаллургических методов переработки кеков состоят в:

- необходимости сушки полученных по гидрометаллургической схеме кеков;
- высоком расходе дорого и дефицитного кокса;
- сложности переработке получаемых по технологии цинковых возгонов.

Гидрометаллургические методы переработки кеков разработаны сравнительно недавно и основаны на реакциях растворения ферритов и сульфида цинка серной кислотой при атмосферном или повышенном давлении с переводом цинка, меди, кадмия, редких металлов и железа в раствор с последующим выделением железа из раствора в виде различных соединений (язозита, гетита или гематита). Применение серной кислоты является технологически и экономически оправданным, так как при этом получают раствор сульфата цинка, который можно вводить в основной цикл электролитного цинкового завода.

Объектом исследования был цинковый кек получаемый на ОАО «Челябинский цинковый завод», содержащий, %: 19 Zn; 8,5 Pb; 1,3 Cu; 0,1 Cd; 28 Fe; прочие.

Цинк присутствует в кеке преимущественно в виде ферритов ($x\text{ZnO} \cdot y\text{FeO}_3$) и сульфида (ZnS), которые в условиях принятых в промышленности для выщелачивания цинкового огарка, практически нерастворимы и поэтому концентрируются в цинковых кеках. Растворимость этих соединений цинка повышается по мере роста концентрации серной кислоты в растворе и температуры раствора.

Удельная скорость процесса выщелачивания цинкового кека, протекающего в кинетической области, пропорциональна концентрации кислоты у поверхности твердого материала:

$$\gamma_k = K \cdot C_{H_2SO_4}^\alpha,$$

где K - константа скорости; $C_{H_2SO_4}$ - концентрация кислоты в растворе; α - формальный порядок реакции.

Вторым параметром, способным существенно влиять на скорость процесса протекающего в кинетической области, является температура, что непосредственно следует из уравнения Аррениуса, связывающего константу скорости реакции с температурой:

$$K = K_o \cdot \ell^{\frac{-E_p}{RT}},$$

где E_p - энергия активации химической реакции, Дж/моль; K_o - постоянная величина - константа скорости реакции при энергии активации равной нулю; R - газовая постоянная, Дж/(моль · град); T - температура раствора, К.

Из этого уравнения видно, что константа скорости и скорость реакции изменяется с температурой тем сильнее, чем больше энергия активации.

В лабораторных условиях были проведены исследования влияния температуры и концентрации кислоты на скорость и полноту перехода цинка из кека в раствор. Контроль за процессом вели по убыли концентрации серной кислоты в растворе и содержанию в нем цинка. Концентрацию серной кислоты и цинка в растворе определяли титрованием по стандартной методике. После проведенных исследований произвели расчеты и построили графики зависимости извлечения цинка в раствор от температуры и исходной концентрации серной кислоты.

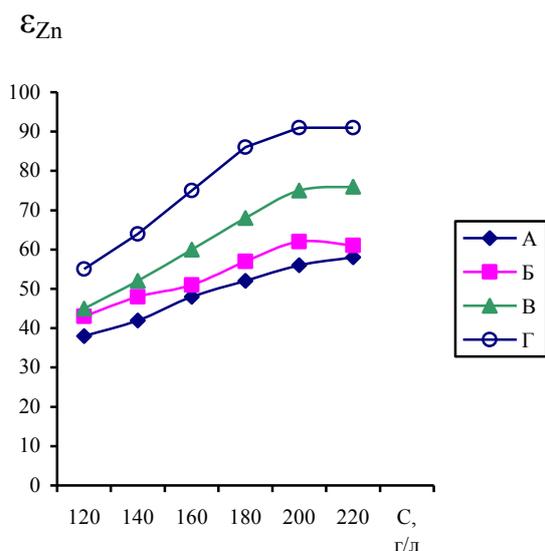


Рис. 1. График зависимости извлечений цинка в раствор от исходной концентрации кислоты при температуре, °С : А – 60; Б – 70; В – 80; Г – 90

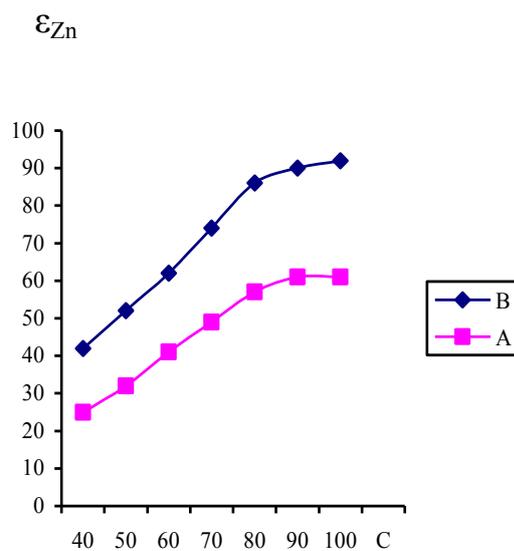


Рис. 2. График зависимости извлечения цинка в раствор от температуры при концентрации серной кислоты в растворе: А – 120 г/л; В – 200 г/л

Из исследовательских данных установили, что растворения цинка из ферритной формы протекает в кинетической области и на извлечение цинка в раствор существенно влияет температура и концентрация серной кислоты в растворе. Оптимальные условия выщелачивания цинкового кека - концентрация серной кислоты 180-200 г/л, температура 90-95 °С.