**УДК 622.772**

**ВЫДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ**

**ПОСЛЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

**Самойлик В. Г.**, доцент, к.т.н., ГОУ ВПО «ДонНТУ»,

**Копарев В. А.**, студент группы ОПИ-13 ГОУ ВПО «ДонНТУ».

*E-mail:* [*samoylik@donntu.org*](mailto:samoylik@donntu.org)

**Аннотация.** Рассмотрены различные методы выделения металлов и их соединений из раствора после выщелачивания. Отмечено, что выбор наиболее рационального метода выделения металлов из раствора должен решаться в каждом отдельном случае с учетом ряда факторов, из которых первостепенное значение имеют состав поступающего на осаждение раствора и требования, предъявляемые к чистоте конечной продукции.

**Ключевые слова**: комбинированные методы обогащения, выщелачивание, осаждение, сорбция, экстракция*.*

**Annotation.** Various methods of separating metals and their compounds from the solution after leaching are considered. It was noted that the choice of the most rational method for the isolation of metals from solution should be solved in each individual case, taking into account a number of factors, of which the composition of the solution entering the precipitation and the requirements for the purity of the final product are of primary importance.

**Key words:** Combined methods of enrichment, leaching, precipitation, sorption, extraction.

Комбинированные методы обогащения полезных ископаемых содержат две основные обязательные операции: избирательный перевод одного из разделяемых компонентов из твердого в другое фазовое состояние (раствор, расплав, газообразное состояние); выделение разнородных фаз в разнородные продукты [1, 2].

В практике обогащения более широкое распространение получили процессы с использованием избирательного перевода твердого компонента в жидкое состояние. Это объясняется тем, что использование перевода в расплав или газообразное состояние приводит к росту энергоёмкости процесса.

Перевод твердого компонента в жидкое состояние проводится, в основном, путём химического растворения (выщелачивания). После выделения полезного компонента в раствор перед обогатителями встаёт задача по эффективному выделению этого компонента из раствора.

Выделение металлов и их соединений из раствора осуществляется разнообразными методами. Наиболее распространенными из них являются: осаждение, сорбция и экстракция*.*

Познакомимся с основными особенностями этих методов.

**1. Осаждение**

Осаждениеметаллов из растворов производят *электролизом, цементацией, кристаллизацией, получением нерастворимых соединений и другими методами.*

*Электролиз* (электроосаждение) широко используется при переработке меди, цинка, кадмия и марганца.

*Цементация* – электрохимический процесс, протекающий на поверхности металлических частиц. При цементациивытеснение ионов одного металла из раствора его солей осуществляется другим металлом, расположенным выше в ряд напряжений (более электроотрицательным). Так, для цементации меди применяют железо. Для цементации золота и серебра – цинковую и алюминиевую пыль.

CuSO4 + Fe →FeSO4 + Cu;

2Na[Au(CN)2] + Zn →2Au + Na2[Zn(CN)4];

2Na[Ag(CN)2] + Zn →2Ag + Na2[Zn(CN)4].

*Кристаллизация* – это способ осаждения извлекаемого металла при упаривании и охлаждении раствора или изменении рН среды. В вольфрамовой и молибденовой промышленности кристаллизацию применяют для получения чистых вольфрамата и молибдата аммония, содержание вредных примесей в которых измеряется тысячными долями процента.

Для *получения нерастворимых соединений*растворы после выщелачивания подвергается воздействию соответствующих химических реагентов. В результате чего ценные компоненты переходят в форму нерастворимых соединений, которые выпадают в осадок.

CuSO4 + 2NH4OH→Cu(OH)2↓ + (NH4)2SO4.

Варьируя рН селективно осаждают такие металлы, как медь, никель, кобальт, железо и др. Медь и олово осаждаются в сильнокислых растворах, другие металлы – в слабокислых.

**2. Сорбция**

Сорбция – это метод извлечения металлов из растворов, основанный на способности синтетических ионообменных смол и некоторых природных сорбентов поглощать (сорбировать) из пропускаемого через него раствора ионы металла, отдавая в раствор эквивалентное число других ионов того же знака. Поэтому применяемые в сорбционном процессе твердые частицы называют ионообменниками или ионитами.

Иониты – твердые высокомолекулярные вещества. Они имеют трехмерную пространственную структуру макромолекул. Этим объясняется их низкая растворимость. По знаку заряда обменивающихся ионов иониты разделяются на катиониты и аниониты.

Воздушно-сухие иониты, выпускаемые промышленностью, состоят из твёрдых гранул размером от 0,5 до 4 мм. При погружении в воду они набухают. Скорость ионного обмена определяется скоростью диффузии в зерне ионита.

На рис. 1 приведена общая схема сорбционного концентрирования металлов из продуктивных растворов после выщелачивания.

Насыщ. сорбент, примеси

Исходный раствор

Раствор химического реагента

Н2О

Сорбция

Раствор, содержащий

извлекаемый компонент

Промывка

Десорбция

Н2О, примеси

Рафинат

Сорбент

Сорбент

Рисунок 1 - Общая схема концентрирования металлов

Сорбция осуществляется путем последовательного пропускания раствора через специальные аппараты, наполненные ионитом.

Для последующей десорбции металлов из ионитов (элюирование) применяют растворы различных реагентов с высокой концентрацией тех ионов, которые были замещены в сорбенте в процессе сорбции. Извлекаемый металл при этом переходит в новый, концентрированный по металлу раствор (элюат), а сорбент направляется снова в процесс.

**3. Жидкостная экстракция**

Жидкостная экстракция– это метод извлечения ценных компонентов из растворов, основанный на том, что при контактировании водного раствора, содержащего ценный компонент, с нерастворимыми в воде органическими жидкостями (экстрагентами) определенная часть этого компонента переходит (экстрагируется) в органическую жидкость. Обработка раствора экстрагентом может выполняться неоднократно, в результате чего достигается высокое извлечение полезного компонента.

Экстракт – органическая фаза после экстракции, насыщенная извлекаемым компонентом обрабатывается водным раствором какого-либо реагента и полезный компонент снова переводится в водную фазу. Полученный таким образом новый раствор (реэкстракт) отличается от исходного тем, что он содержит значительно меньше вредных примесей и более обогащен извлекаемым полезным компонентом.

Реэкстракт направляется на стадию осаждения извлекаемого металла, а органическая фаза возвращается снова в процесс (рис. 2).

Реэкстракт

Исходный

раствор

Реэкстрагирующий раствор

Вода

Экстракция

Промывка

Реэкстракция

Промывные воды

Рафинат

Экстрагент

Экстрагент

Рисунок 2 - Общая схема экстракционного концентрирования металлов

Выбор наиболее рационального метода выделения металлов из раствора должен решаться в каждом отдельном случае с учетом ряда факторов, из которых первостепенное значение имеют состав поступающего на осаждение раствора и требования, предъявляемые к чистоте конечной продукции.

**Список литературы:**

1. Самойлик, В. Г. Специальные и комбинированные методы обогащения полезных ископаемых: Учебное пособие [Текст] / В. Г. Самойлик. - Донецк: «Східний видавничий дім», 2015. - 165 с.

2. Келль, М. Н. Комбинированные процессы обогащения полезных ископаемых [Текст] / М.Н. Кель. - Л.: Изд-во ЛГИ, 1988. – 67 с.