

УДК 669.743.27: 669.054.83

ОСОБЕННОСТИ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННОГО СПОСОБА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦИНКА ИЗ ГИДРОТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

Чалкова Н.Л., Чалкова К.Д., Чернышова Э.П.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск,
e-mail: chalkova-mgn@mail.ru*

Данная статья посвящена актуальному вопросу переработки гидротехногенных образований ГОКов медноколчеданных месторождений. В частности, рассмотрена актуальность технологической переработки кислых подотвальных вод горных предприятий, с целью извлечения катионов цинка в виде товарного продукта. Предложен комплекс методов по сбору, концентрированию и переработке гидротехногенных образований. Представлен анализ эффективных способов извлечения цинка из технических растворов. Дан анализ существующих практических работ по селективной переработке поликатионных гидротехногенных систем. Дана оценка эффективности применения современных технологий извлечения металлов из гидротехногенных систем для исследуемой категории вод. Обоснована целесообразность применения метода гальванокоагуляции для извлечения ионов цинка из гидротехногенных образований ГОКов медноколчеданных месторождений. Обозначены достоинства и недостатки метода гальванокоагуляции. Установлены рациональные условия эффективного выделения цинка из сточных вод методом гальванокоагуляции. Предложен механизм осуществления процесса гальванокоагуляционного извлечения ионов Zn^{2+} из поликатионных растворов.

Ключевые слова: цинк, способы извлечения, факторы, параметры, техногенные воды, условия, процесс, гальванокоагуляция

FEATURES GALVANOKOAGULYATION METHOD OF EXTRACTING ZINC FROM GIDROTEHNOGENNYH SYSTEMS

Chalkova N.L., Chalkova K.D., Chernyshova E.P.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: chalkova-mgn@mail.ru

This article is devoted to the problems of processing gidrotehnogennyh formations GOKov chalcopyrite deposits. In particular, it considered the relevance of technological processing of acidic waters podotvalnyh mining companies to extract zinc cations in the form of a commercial product. A set of methods for the collection, concentration and processing gidrotehnogennyh formations. An analysis of effective ways to extract zinc from the technical solutions. The analysis of existing practical work on the selective processing of polycationic gidrotehnogennyh systems. The estimation of efficiency of application of modern technologies of extraction of metals from gidrotehnogennyh systems to study the category of waters. The expediency of the method galvanokoagulyatsii to extract zinc ions from gidrotehnogennyh formations GOKov chalcopyrite deposits. Marked advantages and disadvantages of the method galvanokoagulyatsii. Installed rational conditions for effective separation of zinc from waste water by galvanokoagulyatsii. The mechanism of the process of extraction galvanokoagulyatsionnogo Zn^{2+} ions from solutions of polycationic.

Keywords: zinc, extraction methods, the factors, parameters, technological water, conditions, a process, galvanokoagulyatsii

Цинк среди цветных металлов занимает третье место после алюминия и меди по объему использования в мире. Высокую популярность металл приобрел, прежде всего, как средство защиты от коррозии – около половины всего цинка на планете идет на покрытие металлических изделий, а также на производство оцинкованной стали и оцинкование металлических изделий. Во всем мире потребляется более 11 млн т цинка, который используется в качестве металла, хлорида, порошка и сульфата [10, 11].

В настоящее время существуют различные методы очистки техногенных металлизированных вод, с попутным получением металлов с низкой массовой долей [6, 7, 8]. К ним относятся механические, химические, физико-химические и биологические методы. Анализ литературных источников и патентный обзор показали, что наиболее распространенными методами извле-

чения цинка из сточных вод горнодобывающих предприятий являются осаждение при нейтрализации и известковании. В последние годы на многих предприятиях рассматривается возможность применения для очистки техногенных вод и извлечения из них ценных компонентов электрохимических методов. Наиболее распространенные методы извлечения для цинка – ионный обмен, сорбция, электрохимическая коагуляция [2, 3, 5].

На основании существующих методов извлечения разработаны технологии по извлечению ряда тяжелых металлов: метод электрокоагуляции [6, 12]. Известен опыт комплексного извлечения цинка и меди из сточных вод горнорудных предприятий [9].

На сегодняшний день разработаны и достаточно хорошо изучены способы извлечения тяжелых цветных металлов из высококонцентрированных сточных вод [1, 4].

Способы комплексной переработки твердых и жидких отходов горнодобывающих предприятий рассмотрены в работах В.А. Чантурии, И.В. Шадруновой, А.Е. Воробьева, П.М. Соложенкина и др. [2, 11, 12]. На основании сравнительной оценки существующих методов извлечения ионов цинка из сточных вод металлургических предприятий наиболее целесообразным методом для селективного извлечения ионов цинка является метод гальванокоагуляции, который удовлетворяет требуемым условиям, а также управление организации процесса, невысокие затраты и возможность утилизации осадка. Воды горнорудных предприятий по содержанию цинка не на много отличаются по своему тяжелометалльному составу и концентрации металлов от вод металлургических и гальванических производств. Таким образом, метод гальванокоагуляции применим и для вод горнодобывающей промышленности [1, 4, 9, 11].

Гальванокоагуляционный метод основан на использовании эффекта короткозамкнутого гальванического элемента, помещаемого в обрабатываемый раствор. В качестве элементов гальванической пары используют следующие: Fe:C, Al:C, Fe:Cu и другие. Литературный обзор показал, что наиболее часто используется для извлечения ценных компонентов гальванопара Fe:C. Гальванопара Fe:C позволяет селективно, при определенных значениях pH, извлекать Zn^{2+} и Cu^{2+} в виде ферритов данных элементов и, соответственно, получать товарные продукты [9, 10, 11, 14].

Метод является наиболее перспективным, весьма экономичным, обладает низкой энергоемкостью благодаря тому, что электрическая цепь между элементами гальванопары возникает при погружении в обрабатываемый раствор в условиях отсутствия внешнего источника тока, а также характеризуется принципиально новыми техническими решениями, обеспечивающими эффективность и простоту аппаратного оформления процесса [4, 10, 13, 15].

Извлечение ионов металлов из подотвальных вод производится в проточных аппаратах барабанного типа в непрерывном режиме путем использования магнитных форм соединений железа, получаемых в этих же аппаратах электрохимическим способом в режиме гальванопары без введения дополнительных химических реагентов. При этом отпадает необходимость использования внешних источников тока.

При гальванокоагуляционном извлечении металлов из водных растворов одновременно действуют следующие механизмы процесса [9]:

- 1) катодное осаждение катионов металлов.
- 2) образование ферритов металлов.
- 3) образование соединений включений (клатратов).
- 4) коагуляция.

Важным техническим преимуществом является образование ферритов цинка и меди без введения химических реагентов, что исключает повторное загрязнение очищаемой воды, позволяет возвращать воду в основное производство.

Гальванокоагуляционный метод извлечения ценных компонентов обладает следующими преимуществами:

1. Отпадает необходимость в применении сложного выпрямительного оборудования.
2. Снижаются энергозатраты.
3. Вместо листового железа расходуется железный скрап.
4. Отсутствует пассивация железа.
5. Образующиеся осадки имеют кристаллическую структуру, обладают магнитными свойствами, легко фильтруются и занимают малый объем.
6. Гальванокоагуляционные аппараты барабанного типа надежны в работе, имеют высокую единичную производительность.
7. Снижаются трудозатраты.
8. Гальванокоагуляция обладает свойством авторегулирования, так как при увеличении содержания солей меди увеличивается скорость растворения железа за счет повышения электропроводности растворов.
9. Процесс не требует предварительной коррекции pH, применим как для кислых (от 0), так и для щелочных растворов (до 14) в широком диапазоне температур от 3–5 до 80–90 °С.

Выводы

Минерально-сырьевая база Уральского региона в настоящее время по своим качественным параметрам и промышленно-экономической значимости в большинстве случаев не отвечает современным условиям и требованиям мирового рынка, что требует находить новые решения для увеличения сырьевой базы. Проведенные предварительные аналитические исследования качественного и количественного состава образующихся на территории ГОКов техногенных вод, показали, что концентрации таких металлов, как медь, цинк, железо, марганец в данных водах близки к их концентрациям в традиционном гидроминеральном сырье – минерализованных водах [6, 12, 13, 14]. Следовательно, использование подотвальных вод в качестве дополнительного источника получения ценных компонентов и рассматривания их в качестве техногенных гидроминеральных ресурсов.

Сравнение различных методов извлечения ионов цинка из сточных вод металлургических предприятий показывает, что наиболее целесообразным методом для селективного извлечения ионов цинка является метод гальванокоагуляции, который удовлетворяет требуемым условиям, а также управление организацией процесса, невысокие затраты и возможность утилизации осадка.

Гальванокоагуляционный метод извлечения металлов является наиболее перспективным, характеризуется принципиально новыми техническими решениями, обеспечивающими эффективность и простоту аппаратного оформления процесса. Извлечение цинка из сточных вод производится в проточных аппаратах барабанного типа в непрерывном режиме путем использования магнитных форм соединений железа, получаемых в этих же аппаратах электрохимическим способом в режиме гальванопары без введения химических реагентов. При этом отпадает необходимость использования внешних источников тока. Важным техническим преимуществом является образование ферритов цинка и меди без введения химических реагентов, что исключает повторное загрязнение очищаемой воды, позволяет возвращать воду в технологический процесс.

Список литературы

1. Виноградова О.О., Погорелов В.И., Феофанов В.А. Применение гальванокоагуляции для очистки промышленных сточных вод // Цветные металлы. – 1993. – № 11. – С. 59–60.
2. Воробьев А.Е. Научно-методические основы управления качеством сырья в техногенных минеральных объектах с использованием геохимических барьеров: Дис. д-ра техн. наук. – М.: 1996. – 385 с.
3. Домрачева В.А. Извлечение металлов из сточных вод и техногенных образований: Монография. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 152 с.
4. Зайцев Е.Д., Абраменко А.П. Интенсификация очистки сточных вод промышленных предприятий методом гальванокоагуляции: Аналитический обзор. – Семипалатинск: ЦНТИ, 1994. – С. 26.
5. Исаева О.Ю. Исследование перспективных методов очистки сточных вод от тяжелых металлов с целью создания эколого-геохимических барьерных зон. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Уфа, 2006. – 24 с.
6. Мишурина О.А. Технология электрофлотационного извлечения марганца в комплексной переработке гидротехногенных георесурсов медноколчеданных месторождений. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск, 2010.
7. Мишурина О.А., Муллина Э.Р. Химические закономерности процесса селективного извлечения марганца из техногенных вод // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2012. – № 3. – С. 58–62.
8. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Особенности химических способов извлечения марганца из технических растворов // Молодой ученый. – 2013. – № 5. – С. 84–86.
9. Нешадин С. В. Эколого-химические аспекты гальванокоагуляционного метода очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов: Дис. канд. хим. наук. – Москва, 2004. – 141 с.
10. Орехова Н.Н. К вопросу о механизме ферритизации при гальванокоагуляционном извлечении меди // Современные проблемы обогащения и глубокой комплексной переработки минерального сырья: материалы Международного совещания «Плаксинские чтения – 2008». – Владивосток: Изд-во ТАНЭБЖ, 2008. – Ч. 1. – С. 346–348.
11. Орехова Н.Н. Извлечение цветных металлов из гидроминеральных ресурсов: теория и практика // И.В. Шадрунова: Монография. – Магнитогорск, ООО «МиниТип», 2009. – 180 с.: илл. – ISBN 2-201-15605-3.
12. Орехова Н.Н. Технология извлечения цинка из рудничных и подотвальных вод / В.А. Чантурия, И.В. Шадрунова, Н.Л. Чалкова // Обогащение руд. – СПб.: 2011. – № 1. – С. 35–39.
13. Рязанцев А.А., Батоева А.А., Батоев В.Б., Тумурова Л.В. Гальванокоагуляционная очистка сточных вод. Химия в интересах устойчивого развития. – 1996. – т. 4, № 3. – С. 233–241.
14. Чантурия В.А., Соложенкин П.М. Гальванохимические методы очистки техногенных вод. Теория и практика. – Москва, ИКЦ «Академкнига», 2005. – 186 с.
15. Чантурия В.А., Шадрунова И.В., Медяник Н.Л., Мишурина О.А. Технология электрофлотационного извлечения марганца из техногенного гидроминерального сырья медноколчеданных месторождений Южного Урала // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2010. – № 3. – С. 89–96.