

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРОЭКСТРАКЦИЮ ЦИНКА ИЗ СУЛЬФАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

*Д.В. Дмитриева<sup>1</sup>, Е.А. Рыжкова<sup>2</sup>, Э.Б. Колмачихина<sup>3</sup>*

(<sup>1</sup>УрФУ, г.Екатеринбург, Россия, Darya.Dmitrieva.1994@bk.ru, <sup>2</sup>УрФУ, г.Екатеринбург, Россия, krizhkova@gmail.com, <sup>3</sup>УрФУ, г.Екатеринбург, Россия, [E.b.khazieva@urfu.ru](mailto:E.b.khazieva@urfu.ru))

**Аннотация.** В данной работе изучены вопросы действия поверхностно-активных веществ на показатели электроэкстракции цинка. Исследования проводили на модельных цинковых электролитах с добавкой поверхностно-активных веществ, которые хорошо себя зарекомендовали при автоклавном выщелачивании сульфидных концентратов. Результаты экспериментов свидетельствуют как о положительном, так и отрицательном влиянии ПАВ на выход по току и качество катодного осадка. На основе полученных результатов были сформулированы рекомендации для ведения процесса электроэкстракции цинка: допускается 5-50 мг/дм<sup>3</sup> лигносульфоната, 5-10 мг/дм<sup>3</sup> агар-агара. Было определено, что додецилсульфат натрия не рекомендуется использовать при электроэкстракции цинка.

**Ключевые слова** Электроэкстракция, цинк, поверхностно-активные вещества, выход по току, катодный осадок.

**Введение.** Автоклавные технологии по сравнению с традиционной схемой получения цинка позволяют исключить неблагоприятную для экологии операцию обжига, интенсифицировать процесс выщелачивания, а также выделять в отдельный продукт серу. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) используют при автоклавном окислительном выщелачивании сульфидных цинковых концентратов для устранения негативного воздействия расплавленной серы на параметры процесса [1]. Оставшиеся в растворе органические примеси часто оказывают влияние на последующие электрохимические процессы на стадиях цементационной очистки растворов и электролиза. В ряде работ рассматривается влияние ПАВ на качество катодного осадка и выход по току при электроосаждении цинка [2-4]. Так в работе [5] отмечается, что ортофенилендиамин (ОФД), применяемый при автоклавном выщелачивании, оказывает негативное влияние на выход по току и расход электроэнергии. Снижение выхода по току до 10% наблюдалось при концентрации ОФД 45 мг/дм<sup>3</sup>.

В ранее проведенных нами исследованиях было установлено положительное влияние ПАВ (лигносульфонат, додецилбензолсульфонат, дидецилдиметиламмоний хлорид, додецилсульфат натрия) на извлечение цинка при автоклавном выщелачивании цинкового концентрата. Поэтому целью данной работы является изучение влияния данных

поверхностно-активных веществ на показатели электроэкстракции цинка: выход по току, удельный расход электроэнергии и качество катодного осадка.

**Методика эксперимента.** Исследовали влияние лигносульфоната (ЛС), додецилбензолсульфоната натрия (ДДБСН), дидецилдиметиламмоний хлорида (ДДАХ), додецилсульфата натрия (ДСН),  $\alpha$ -олефинсульфоната натрия ( $\alpha$ -ОСН), неионогенного ПАВ ОП-10, агар-агара на показатели электроэкстракции цинка. Электролитом служил модельный раствор следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: 50 Zn, 100 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Концентрацию поверхностно-активных веществ варьировали от 5 до 50 мг/дм<sup>3</sup>. Электролиз проводили при постоянном перемешивании при 298 К в течение 60 минут. Анодом служил лист из платинированного титана, а катодом – из алюминия. Электроды перед началом опытов шлифовали, полировали и обезжиривали. Для расчета выхода по току определяли привес катода в результате электролиза. Снимки катодного цинка делали с помощью микроскопа U500X.

**Результаты и обсуждения.** Результаты исследования влияния различных ПАВ при концентрациях 5, 10 и 50 мг/дм<sup>3</sup> на выход по току представлены на рис. 1.

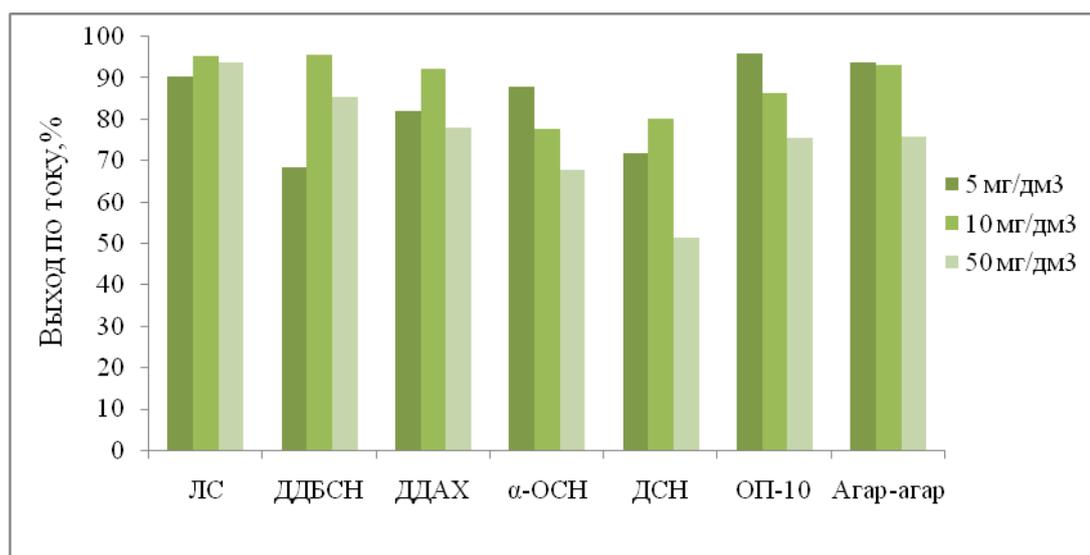


Рис.1. Гистограмма выхода по току для различных ПАВ при концентрациях 5, 10 и 50 мг/дм<sup>3</sup>

Из рис. 1 видно, что ДСН при увеличении его концентрации, негативно влияет на выход по току, снижая его почти до 50%. В то же время присутствие лигносульфоната увеличивает выход по току, до постоянного значения (~92%) во всем диапазоне исследуемых концентраций. При использовании ПАВ (ДДАХ, ДСН,  $\alpha$ -ОСН) с концентрацией выше 10 мг/дм<sup>3</sup>, величина выхода по току резко снижается. Возможно, это связано со снижением перенапряжения выделения водорода.

Также можно сделать вывод о том, что наиболее выгодно с экономической точки зрения использовать лигносульфонат, так как он не оказывает негативного влияния на удельный расход электроэнергии. Однако, при использовании ДСН расход электроэнергии

значительно увеличивается с 3713 (кВт·ч) /т до 5174 (кВт·ч) /т. Это говорит об экономической нецелесообразности использования данного ПАВ при электроэкстракции цинка. В присутствии остальных реагентов удельный расход электроэнергии увеличивается с увеличением концентрации, но незначительно.

Для определения структуры осадков были сделаны снимки катодного цинка при добавлении различных ПАВ (рис. 2).

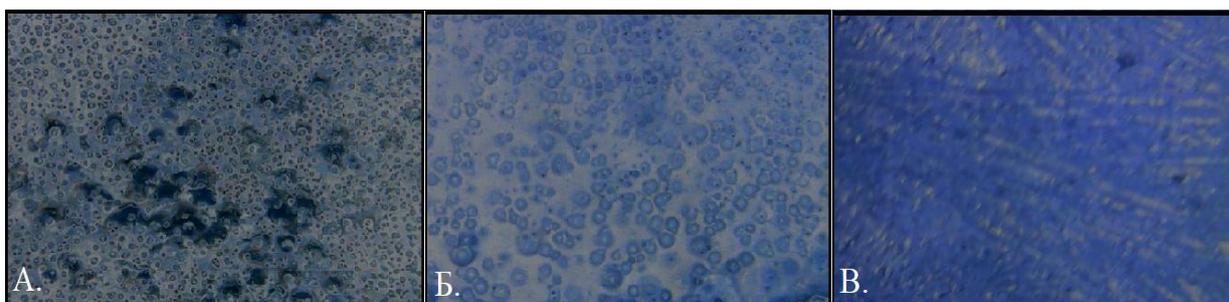


Рис.2. Фотографии катодных осадков с добавлением различных ПАВ: А – катодный цинк, полученный электролизом в присутствии  $50 \text{ мг/дм}^3$   $\alpha$ -ОСН; Б – катодный цинк, полученный электролизом в присутствии  $50 \text{ мг/дм}^3$  ОП-10; В – катодный цинк, полученный электролизом в присутствии  $50 \text{ мг/дм}^3$  ЛС

Добавление различных ПАВ значительно изменяет структуру получаемого металла. Так, например, при добавлении  $\alpha$ -ОСН наблюдается значительное количество глубоких пор, что говорит о низком качестве полученного цинка. При использовании ОП-10 можно заметить подобный эффект, однако поры несколько меньше и находятся предпочтительно на поверхности осадка. В случае с применением ЛС структура изменяется на дендритную, что так же имеет негативное влияние на качество катодного осадка.

**Вывод.** В работе изучено влияние поверхностно-активных веществ на показатели электроэкстракции цинка из сульфатных растворов. Было выявлено, что додецилсульфат натрия оказывает негативный эффект, снижая выход по току до 51,5%, что свидетельствует о нецелесообразности его использования. При использовании  $\alpha$ -олефинсульфоната натрия с концентрацией  $50 \text{ мг/дм}^3$  отмечено низкое качество катодного осадка, что также говорит о невозможности его применения при электроэкстракции цинка. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что лигносульфонат является наиболее подходящим ПАВ, так как его присутствие не оказывает значительного влияния на качество катодного осадка и увеличивает выход по току до 92%.

В дальнейшем планируется изучение влияния поверхностно-активных веществ, окисленных на стадии автоклавного выщелачивания на показатели электролиза цинка.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-302-00001.*

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-302-00001.*

#### Литература

1 Owusu, G. The role of surfactants in the leaching of zinc sulphide minerals at temperatures above the melting point of Sulphur : Ph.D. Thesis / Owusu George. – Vancouver, 1993. – 229 p.

2 Das, S. C. The effects of 4-ethylpyridine and 2-cyanopyridine on zinc electrowinning from acidic sulfate solutions / S. C. Das, P. Singh, G. T. Hefter // Journal of applied electrochemistry. – 1997. – №27. – P. 738-744

3 Karavasteva, M. Electrowinning of zinc at high current density in the presence of some surfactants / M. Karavasteva, St. Karaivanov // Journal of applied electrochemistry. – 1993. – № 23. – P. 763-765.

4 Tripathy, B.C. Zinc electrowinning from acidic sulfate solutions. Part I: Effects of sodium lauryl sulfate / B. C. Tripathy, S. C. Das G. T. Hefter, P. Singh // Journal of applied electrochemistry. – 1997. – № 27. – P. 673-678.

5 Alfantazi A.M. An investigation on the effects of orthophenylene diamine and sodium lignin sulfonate on zinc electrowinning from industrial electrolyte / A.M. Alfantazi, D.B. Dreisinger // Hydrometallurgy. – 2003. – № 1-3. – P. 99-107

УДК 669.2/.8.041:669.045

## **ПЕРСПЕКТИВЫ АММИАЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

### **ОКИСЛЕННЫХ МЕДНЫХ РУД**

*М.Ч. Бвалья, А.А. Шонперт*

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

Одним из перспективных направлений выщелачивания окисленных медных руд является использование аммиака/аммиачных растворов в качестве выщелачивающего реагента.

Аммиачное выщелачивание является будущим, особенно когда речь идет о выщелачивании окисленных медных руд, таких как доломит, борнит и азурит, которые в основном складываются на многих предприятиях в нашем регионе в виде хвостов либо перерабатываются с применением растворов серной кислоты.