

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЦИНКА И НИКЕЛЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИИ В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ NH_4OH

В современном гальванохимическом производстве для получения покрытий требуемого качества и заданных характеристик широко применяются комплексные электролиты, в первую очередь для процессов меднения и цинкования, так же получения сплавов Zn-Ni в состав которых входят различные комплексообразователи – лиганды ЭДТА, аммоний, цианид, тартрат и пирофосфат – ионы и др [1].

Очистка сточных вод от комплексных ионов меди и цинка представляет собой сложную научно-техническую задачу, к решению которой можно приступить, зная закономерности перехода комплексных ионов в дисперсное состояние и последующего их отделения в виде дисперсной фазы [2].

Известны различные способы отделения дисперсной фазы – осаждение, фильтрация, флотация и электрофлотация. В последние годы в России и зарубежом широкое распространение для очистки сточных вод сложного состава получил метод электрофлотации [4].

Известно, что значительное влияние на растворимость соединения оказывает состав раствора, при этом важнейшим параметром является природа и концентрация лигандов (L) и комплексообразователя (Me).

В то же время расчеты показывают, что при некотором соотношении компонентов $[\text{Me}]:[\text{L}]$ и определенном значении рН среды или при разрушении лиганда в растворе образуются труднорастворимые соединения типа $\text{Me}(\text{OH})_n$ и MeX_n , которые в определенных условиях могут быть извлечены из раствора.

При проведении лабораторных исследований используют два подхода: первый включает нахождение области максимального перехода металла в дисперсное состояние за счет увеличения соотношения $\text{Me}:\text{L}$ и смещения величины рН до 9 - 11, второй связан с разрушением лигандов с помощью окислителей, добавляемых в раствор или генерируемых электролизом. Предварительный эксперимент показал, что первый подход может быть реализован как для никеля, так и для цин-

ка практически для всех систем, кроме цианида. Второй, наоборот, наиболее эффективен для систем Zn-CN, Ni-CN, так как связан с дополнительным обезвреживанием токсичного лиганда и извлечением металлов в виде гидроксидов [5].

Целью данной работы является исследование процесса электрофлотационного (ЭФ) извлечения смеси гидроксидов никеля и цинка из щелочных аммиачных растворов.

Методика исследования. Электрофлотационный процесс проводили по методике, опубликованной в статьях [8-10] на лабораторной непроточной установке.

Эффективность электрофлотационного процесса оценивали степенью извлечения α (%) и рассчитывали по формуле:

$$\alpha = (C_{\text{исх}} - C_{\text{кон}}) / C_{\text{исх}} * 100\%,$$

где $C_{\text{исх}}$, $C_{\text{кон}}$ – соответственно исходная и конечная концентрация ионов металлов в водной среде, которую определяли атомно-адсорбционным методом в ЦКП им. Д.М. Менделеева.

В качестве добавок исследовались катионные ПАВ КатаПАВ, СептаПАВ и катионный флокулянт марки Zetag-8160.

Катионный ПАВ КатаПАВ - Алкилдиметилбензиламмоний хлорид, жидкость беловато-желтого цвета, полностью растворим в воде. Входит в класс четвертичных аммонийных соединений.

Катионный ПАВ СептаПАВ - Дидецилдиметиламмоний хлорид, жидкость беловато-прозрачного цвета и растворим в этиленгликоле и воде. Входит в класс четвертичных аммонийных соединений.

Катионный флокулянт Zetag-8160 (основа - полиакриламид) - имеет высокую молекулярную массу. В кислой или щелочной среде является электроположительным, что способствует эффективному взаимодействию в сточных водах с отрицательно заряженными осадками.

Рассмотрим результаты экспериментальных исследований электрофлотационного процесса извлечения дисперсной фазы гидроксидов никеля и цинка из водно-аммиачных растворов в присутствии избытка лиганда.

Таблица 1. Степень электрофлотационного извлечения гидроксидов никеля и цинка в зависимости от pH в присутствии лиганда NH₃

pH		Степень извлечения, α, %			
		Без ПАВ	С ПАВ (КатаПАВ)	С ПАВ (СептаПАВ)	С Флокулянтом (Zetag-8160)
8	Zn	50	13	67	59
	Ni	55	17	61	55
9	Zn	62	37	54	96
	Ni	65	20	38	96
10	Zn	67	91	98	97
	Ni	68	89	94	98
11	Zn	53	98	92	99
	Ni	84	97	91	98

Примечание: C(Ni²⁺) = 50 мг/л, C(Zn²⁺) = 50 мг/л, C(NH₄OH) = 500 мг/л, C(Орг.) = 5 мг/л, J_v = 0.4 А/л; τ – 20 мин

Отметим, что процесс электрофлотационного извлечения смеси гидроксидов цинка и никеля в присутствии 10-ти кратного избытка комплексообразователя NH₄OH наиболее эффективно протекает с катионным флокулянтом Zetag-8160, который способствует увеличению степени извлечения до 96-99% в диапазоне pH 9-11.

Закключение. Изучено влияние катионных ПАВ КатаПАВ, СептаПАВ и Zetag-8160 на электрофлотационное извлечение смеси труднорастворимых соединений цинка и никеля в присутствии комплексообразователя NH₄OH.

Получены результаты электрофлотационного извлечения смеси труднорастворимых соединений цинка и никеля в присутствии комплексообразователя NH₄OH. Показано, что при добавлении в систему катионного ПАВ Zetag-8160 процесс электрофлотационного извлечения смеси труднорастворимых соединений цинка и никеля протекает эффективно и спустя 20 минут электрофлотации степень извлечения гидроксидов цинка и никеля составляет 96-99% при pH 9-11, что является важным с практической точки зрения при разработке технологий водоочистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балмасов А.В. Гридчин С.Н. Шеханов Р.Ф. Электроосаждение цинк-никелевых сплавов из щелочных комплексных электролитов. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2016. Т.59. №1. С.51-53.

2. Sillanpää, M., Shestakova, M. Методы электрохимической очистки воды: основы, методы и полномасштабное применение. // Electrochemical Water Treatment Methods: Fundamentals, Methods and Full Scale Applications. 2017. С.1-310.

3. A. V. Kolesnikov, V. I. Il'in, V. A. Kolesnikov. Electroflotation in wastewater treatment from oil products, dyes, surfactants, ligands, and biological pollutants: A Review. // *Theoretical Foundation of Chemical Engineering*. 2019. V. 53. №2. P. 251–273.

4. Shemi A., Hsieh J., Lee D. Clarification of flexographic wastewater by electrocoagulation and electroflotation. // *Appita J.* 2014. V.67. №3. 212 p.

5. Аунг Пьяе., Хейн Тху Аунг., Колесников А.В. Влияние композиции фосфатирования Decordal на электрофлотационное извлечение труднорастворимых соединений Cu, Ni, Zn, Co, Fe, Al из промывных и сточных вод. // *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2019. Т.27. №2. С.31-39.