

О.Ю. Колесникова, М.Г. Ачкасов, Д.С. Савельев,
Л.А. Гончарова, А.В. Колесников.
(РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ СУЛЬФИДОВ МЕТАЛЛОВ, В ПРИСУТСТВИИ ПАВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

В настоящее время одной из важнейших экологических задач в промышленном производстве является выделение из сточных вод ионов различных металлов в целях их утилизации или дальнейшей переработки. Среди различных способов селективного выделения ионов металлов одним из наиболее перспективных методов является электрофлотация [1]. Не стоит также забывать о бурном развитии цветной металлургии в последнее время, в связи с чем возникает проблема очистки стоков от труднорастворимых соединений цветных металлов, с целью понижения ПДК [2]. Сульфидные руды являются важным источником для получения цветных металлов, таких как: никель, медь, цинк, кобальт и другие [1].

Использование электрофлотационного метода, с целью удаления из промышленных стоков труднорастворимых сульфидов цветных металлов без добавления ПАВ или флокулянтов в систему, не дает требуемого результата, что обусловлено тем, что образующаяся в ходе электрофлотационного процесса дисперсная фаза имеет существенно отрицательный электрокинетический потенциал, мелкодисперсна, размеры частиц не превышают 30 мкм [3,4]. Актуально стоит задача выявить влияние ПАВ, флокулянтов на степень извлечения труднорастворимых сульфидов никеля и меди в условиях максимально приближенных к реальным, и также подобрать оптимальные значения рН среды, при которых извлечение в процессе электрофлотации будет максимальным

Для проведения исследований по электрофлотационному извлечению сульфидов никеля и меди из водных растворов использовалась методика, подробно описанная в работе [2]. Объектами исследования являлись модельные растворы сточных вод, содержащие сульфид ионы, а также ионы никеля или меди, с соотношением: $\text{Металл} : \text{S}^{2-} = 1:2$ (50 мг/л : 100 мг/л).

Исследования в непроточном стеклянном электрофлотационном аппарате объёмом 0,5 л с площадью поперечного сечения 10 см²; используемый анод – ОРТА[5], катод – сетка из нержавеющей стали.

Анализ на содержание ионов никеля и меди проводили по стандартизированной методике на атомно-абсорбционном спектрометре

КВАНТ-АФА с пламенным атомизатором и дейтериевым корректором на аналитическом оборудовании центра коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Эффективность электрофлотационного процесса оценивали по степени извлечения α с округлением до целых чисел по формуле

$$\alpha = \frac{c_{исх} - c_{ост,\tau}}{c_{исх}} \cdot 100 \%,$$

где $c_{исх}$ – исходная концентрация загрязняющего компонента, мг/л; $c_{ост,\tau}$ – остаточная концентрация загрязняющего компонента в определённый момент времени τ , мг/л.

В таблице 1 представлены результаты зависимости рН, а также вводимой в систему добавки (ПАВ) на эффективность электрофлотационного извлечения Ni^{2+} , Cu^{2+} из водного раствора в присутствии сульфид ионов.

Таблица 1 – Влияние рН раствора и природы ПАВ на электрофлотационное извлечения никеля и меди (α , %)

Добавка	Ni				Cu				
	τ , мин	α (%), рН			τ , мин	α (%), рН			
		8	10	12		6	8	10	11
Без добавок	10	22	9	13	5	5	81	20	65
	20	38	43	68	15	7	87	51	73
					30	23	88	84	54
СептаПАВ (кат. ПАВ)	10	30	93	86	5	4	5	1	34
	20	37	95	97	15	6	8	4	79
					30	15	14	16	92
NaDDS (ан. ПАВ)	10	13	13	84	5	17	18	66	90
	20	19	34	87	15	17	28	90	96
					30	22	29	91	97

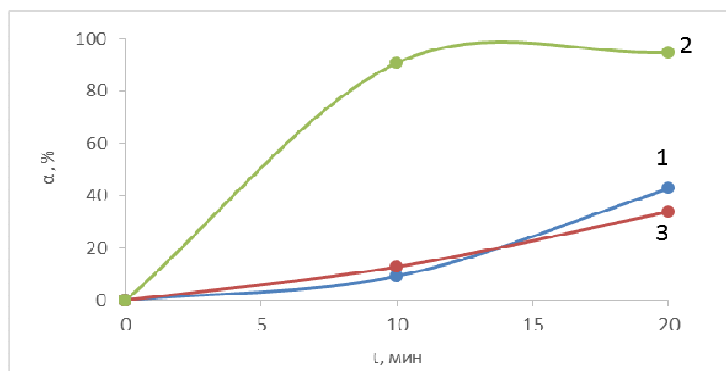
На основании полученных экспериментальных данных авторами были сравнены электрофлотационные процессы извлечения сульфидов никеля и меди из водных растворов Na_2SO_4 при рН = 10.

Построены зависимости степени извлечения (α , %) от природы добавки, представленные на рисунке 1 и 2.

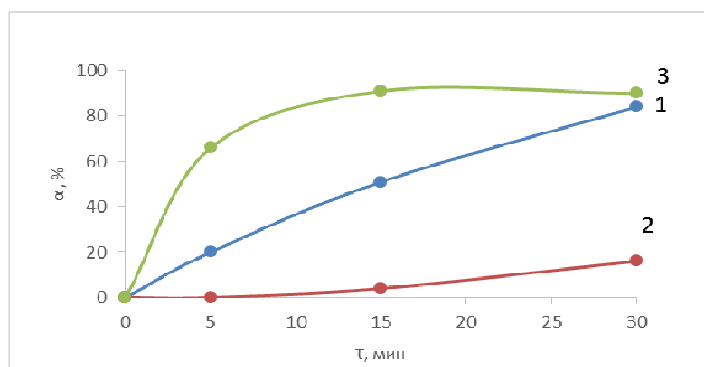
По результатам анализа из рисунков 1 и 2 без добавления ПАВ, электрофлотационный процесс извлечения сульфидов никеля и меди из водного раствора Na_2SO_4 протекает неэффективно $\alpha = 43\%$. Введение ПАВ в значительной мере увеличивает степень извлечения труднорастворимых соединений сульфидов никеля и меди.

Важным фактором в процессе извлечения сульфидов никеля и меди является природа добавляемого ПАВ. Нами экспериментально установлено, что катионный ПАВ(СептаПАВ) оказывает положитель-

ное влияние на электрофлотационный процесс извлечения сульфида никеля из водного раствора Na_2SO_4 и позволяет достичь значения степени извлечения (α) 97%. Однако для сульфида меди процесс существенно подавляется, введение такого же количества катионного ПАВ в систему даст нам результат, не превышающий 16%.



**Рисунок 1 – Зависимость степени извлечения (α , %) сульфида никеля из водного раствора Na_2SO_4 в присутствии добавки при pH=10
1 – без ПАВ, 2 – СептаПАВ, 3 – NaDDS**



**Рисунок 2 – Зависимость степени извлечения (α , %) сульфида меди из водного раствора Na_2SO_4 в присутствии добавки при pH=10
1 – без ПАВ, 2 – СептаПАВ, 3 – NaDDS**

Анионный ПАВ (NaDDS) в свою очередь оказывает положительное влияние на извлечение сульфида меди $\alpha=91\%$ при 30 минутах процесса, но отрицательно сказывается на извлечения сульфида никеля $\alpha=34\%$ при 20 минутах процесса.

На основании полученных данных можно предположить, что возможно разделения и извлечение сульфидов никеля и меди в сточных водах и технологических растворах с помощью добавления в систему ПАВ различной природы.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-29 00194)»; Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева.

ЛИТЕРАТУРА

1. З.М. Шуленина, В.В. Багров, А.В. Десятов, В.А. Колесников. Вода техногенная: проблемы, технологии, ресурсная ценность. // Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 401с.
2. Харламова Т.В., Колесников А.В., Бродский В.А., Кондратьева Е.С. Перспективные электрохимические процессы в технологиях очистки сточных вод, Обзор. 1 часть// Гальванотехника и обработка поверхности, №1, 2013, Т.21. С.54-61.
3. В.А. Бродский, М.С. Гречина, В.А. Колесников, В.И. Ильин. Влияние дисперсных характеристик труднорастворимых соединений никеля на эффективность их извлечения из сточных вод предприятий цветной металлургии // Чистая вода: проблемы и решения, 2011. – № 3-4. С. 54–57.
4. Харламова Т.А., Колесников А.В., Силос О.В., Алафердов А.Ф., Семенов Ю.В., Жуков В.Ю. Перспективные электрохимические процессы в технологиях обезвреживания сточных вод. Ч.III. Электрокоагуляция. Гальванотехника и обработка поверхности. №2 2015г. Т. XXIII. С. 47-58.
5. Колесников А.В., Кузнецов В.В., Колесников В.А., Капустин Ю.И. Роль поверхностно-активных веществ в электрофлотационном процессе извлечения гидроксидов и фосфатов меди, никеля и цинка // Теоретические основы химической. – 2015. – Т.49. – Вып. 1. – С.3.

УДК 621.357.7

Е.В. Железнов, В.В. Кузнецов
(РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, РФ)

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ХРОМОВЫЕ ПОКРЫТИЯ С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ $VN_{\text{вюрц}}$ и WS , ПОЛУЧАЕМЫЕ ИЗ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ОСНОВЕ $Cr(VI)$

Осаждение композиционных покрытий (КЭП)– перспективное направление современной гальванотехники. Значение композиционных покрытий для современных технологий состоит в том, что они обладают улучшенными физико-механическими характеристиками (микротвердостью, износостойкостью и т. д.) по сравнению с покрытиями индивидуальными металлами. В этой связи представляет значительный интерес получение композиционных хромовых покрытий, содержащих частицы дисперсной фазы различной природы. К сожалению, широко разрабатываемые в настоящее время электролиты на основе менее токсичных соединений $Cr(III)$ не всегда подходят для