

## ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Предложен двухстадийный эффективный метод электротермической переработки металлов содержащих гальванических шламов на стекловидный шлак и легированный чугун. Метод обеспечивает полноту извлечения ценных металлических компонентов и превращение токсичных отходов в продукты, безопасные для дальнейшей утилизации.

Two-stage effective electro-thermal method of fabricating of metal containing galvanic mud on to glassy mud and alloy cast iron, which provide valuable metal component withdrawal and transformation of toxic wastes into products which are accident-free for future utilization is offer.

В России цветные металлы в значительной степени теряются со сточными водами и шламами. По данным [3], четвертая часть отечественных предприятий с гальваническими производствами не имеет очистных сооружений в цехах и промышленные стоки сбрасываются в канализацию. Таким образом, ежегодно в окружающую среду выбрасываются тысячи тонн высокотоксичных тяжелых металлов, таких как хром, никель, свинец, медь, кадмий, цинк, олово и др. Другая четверть предприятий перед сбросом гальванических стоков проводят их нейтрализацию, что, однако, не приводит к полному выделению металлов. А по содержанию ряда металлов (меди, цинка, никеля) осадки очистных сооружений гальванических производств сопоставимы с природным сырьем (табл.1).

На полигонах, куда свозятся гальванишламы со многих предприятий, химический состав осадков может быть более сложен, но по содержанию преобладают железо, медь, никель и хром. В отечественной и частично мировой практике гальванические шламы используются в промышленности строительных материалов для получения нерастворимых отверженных блоков и шлакошламовых вяжущих [6] и в качестве сырья для извлечения ценных компонентов. Существует множество различных технологических схем извлечения ценных металлов

из гальванических шламов химическими, электрохимическими и термическими методами [1, 2, 7], но практически все они предназначены для переработки шлама постоянного состава конкретного производства и не могут быть применены при резких колебаниях химического состава.

На наш взгляд, для переработки гальванических отходов крупных производств и полигонов наиболее перспективным является метод двухстадийной переработки гальванишламов на стекловидный шлак и легированный чугун [4, 5]. На первой стадии высушенный осадок отходов гальванических производств брикетируется (гранулируется) с углеродсодержащим связующим и подвергается окислительному обжигу. При этом брикеты (гранулы) набирают достаточно высокую прочность (до 100 кг на брикет), и из них удаляются кадмий, цинк, свинец, олово и другие легколетучие оксиды металлов. По данным лабораторных исследований, основной фазой, осаждающейся в системе газоочистки, является оксид цинка с физическими параметрами, близкими к пигментному. На второй стадии упрочненные брикеты с небольшим остаточным содержанием углерода подаются для плавки в рудно-термическую печь (аналогичную печи для производства карбида кальция), где происходит восстановление металлов и разделение продуктов на металл и шлак (табл.2).

Таблица 1

## Химический состав заводских гальванишламов по массе, %

Завод	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	ZnO	PbO	CdO
1	1,5	0,42	0,53	9,94	12,86	61,71	0,25	1,9	0,25	0,06	0,7	0,05
2	2,2	1,0	10,6	25,11	4,2	44,4	0,25	0,75	0,25	2,0	0,05	0,5
3	1,59	3,9	3,25	5,5	2,5	57,25	0,88	1,0	—	—	1,0	—
4	3,3	29,1	1,78	4,14	29,2	25,0	0,62	0,75	—	—	0,8	—

Таблица 2

## Химический состав продуктов восстановительной плавки гальванишлама завода 3 по массе, %

Элемент	Fe	Cu	Al	Ni	Pb	Cd	Cr	Zn	Ti	W	Mo	SiO <sub>2</sub>	C
Шлак	5,8	5,4	11,1	0,4	0,9	0,08	0,5	0,007	0,005	0,001	0,0002	51,5	—
Металл	90,2	4,0	—	1,5	0,001	—	0,7	0,007	0,005	0,002	0,002	—	3,1

Повышенное содержание SiO<sub>2</sub> в шлаке появляется вследствие подшихтовки. Плотность образующегося металлического сплава составляет  $7,5 \pm 0,1$  г/см<sup>3</sup>, и по своему химическому составу он представляет собой легированный чугун. Силикатный шлак представляет собой стекловидную массу с высокой устойчивостью и низкой растворимостью в воде и слабых кислотах. Так, растворимость его в 0,05 М HCl за 24 ч составила по массе менее 3 %, а в воде – менее 0,001 %.

Ведение процесса в печи при условии искусственного создания в ней углеродистой зоны, т.е. при дополнительной подаче кокса – восстановителя, позволяет значительно повысить степень перехода металлов в сплав, но повышает требования к газоочистке вследствие возгонки в газовую фазу свинца и цинка.

Таким образом, в процессе двухстадийной электротермической переработки гальванических отходов производится практически полное извлечение всех ценных компонентов (железа и цветных металлов), что дает очевидный экономический эффект, и

происходит образование стойкого к внешним воздействиям (химическому и механическому) шлака, безопасного для дальнейшей утилизации или захоронения, что позволяет решить ряд экологических проблем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Букетов Е.А. Извлечение селена и теллура из медеэлектролитных шламов / Е.А.Букетов, В.П.Малышев. Алма-Ата, 1969. 204 с.
2. Гаев А.И. Извлечение благородных и редких металлов из шламов. Свердловск, 1940. 239 с.
3. Киселев Б.Г. Некоторые тенденции ресурсосбережения цветной металлургии / Б.Г.Киселев, В.Г.Гальперин // Цветные металлы. 1988. № 11. С.24-27.
4. Лавров Б.А. Переработка отходов гальванических производств / Б.А.Лавров, Ю.П.Удалов, К.Б.Козлов // Тез. докл. IV Международной специализированной выставки и НТК «Технохимия – 2002». СПб, 2002. С.42-43.
5. Лавров Б.А. Электротермическая переработка гальванишламов / Б.А.Лавров, Ю.П.Удалов, К.Б.Козлов // Электрометаллургия. 2002. № 3. С.37-41.
6. Пути решения проблемы обезвреживания и утилизации промышленных отходов в больших городах / А.Н.Лавренев, Б.А.Беляев, С.М.Манин, Г.С.Борицанский // Проблемы больших городов / МГЦНТИ. М., 1985. Вып.15. С.120-123.
7. Филипов С.А. О кинетике и термодинамике меди и благородных металлов / С.А.Филипов, В.И.Смирнов // Изв. вузов. Цветная металлургия. 1960. № 6. С.55-64.