

## СПОСОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Токач Ю.Е.**

*Кандидат технических наук, Белгородский  
государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова*

**Свергузова С.В.**

*Доктор технических наук, Белгородский  
государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова*

**Рубанов Ю.К.**

*Кандидат технических наук, Белгородский  
государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова*

### **Аннотация**

Исследовано влияние механической активации при переработке шламов гальванических производств на эффективность извлечения тяжелых металлов. Приведены результаты извлечения металлов выщелачиванием кислыми сточными водами собственного производства.

**Ключевые слова:** гальванический шлам, сточные воды, тяжелые металлы, механическая активация, выщелачивание, электрофлотация.

### **METHOD OF ENVIRONMENTALLY SAFE UTILIZATION WASTE OF GALVANIC PRODUCTION**

**Tokach Y.E.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov*

**Sverguzova S.V.**

*Doctor of Technical Sciences,  
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov*

**Rubanov Y.K.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov*

### **Abstract**

The influence of mechanical activation in the processing of electroplating sludge on the efficiency of extraction of heavy metals. The results of extraction of metals by leaching of acidic waste waters of the own production.

**Keywords:** galvanic sludge, waste water, heavy metals, mechanical activation, leaching, electroflotation.

В процессе очистки сточных вод гальванического производства образуется значительное количество шламов, относящихся к промышленным отходам 2-го, 3-го классов опасности. Поэтому, вопросы их экологически безопасной утилизации являются очень актуальными.

Полноценное извлечение ионов тяжелых металлов из отходов гальванических производств объясняется не только необходимостью защиты окружающей среды, но и ценностью самих металлов. В связи с этим все более пристальное внимание обращают на себя технологии, позволяющие эффективно извлекать ионы металлов из гальванических шламов и сточных вод и тем самым снижая их класс опасности (до 4-го и 5-го). Катионы металлов в гальваническом шламе находятся в малорастворимых и слаборастворимых формах в виде гидроксидов, карбонатов, гидрокарбонатов, сульфидов.

В настоящее время существуют способы извлечения металлов из различных отходов путем перевода их малорастворимых соединений в растворимую форму с помощью хлорирующего или сульфатирующего обжига с последующим выщелачиванием полученных соединений металлов растворами серной кислоты. В этом случае после извлечения металлов перед сбросом отработанных растворов возникает необходимость удаления из них хлоридов или сульфатов.

Авторами статьи были проведены исследования по извлечению тяжелых металлов из гальванических шламов путем перевода их в растворимую форму с помощью механической активации и последующим выделением из раствора флотационным методом.

Объектом исследований служил шлам гальванического цеха, содержащий, мг/кг: Zn – 46625; Ni – 1433; Cu – 12750; Fe – 20100; Ca – 115500; песок, карбонаты магния, натрия – 767811; и сточная вода этого же цеха, содержащая мг/л: Zn – 93,3 Ni – 2,9;

Cu – 25,5; Fe – 40,2. Водородный показатель сточной воды составлял рН=2,5.

Цель исследований заключалась в снижении воздействия на окружающую среду и энергетических затрат при переработке гальванических отходов и в повышении эффективности извлечения соединений тяжелых металлов за счет применения мокрой механохимической активации суспензии шламов совместно с кислыми сточными водами того же производства.

Для достижения поставленной цели была разработана технологическая схема, включающая механохимическую активацию путем мокрого измельчения смеси в виде суспензии шлама (т) и сточных вод (ж) того же производства при  $pH \leq 3$  в соотношении т : ж = 1:(0,3...1) при температуре 60-90 °С.

Гальванический шлам из отвалов высушивали до остаточной влажности 5% и загружали в активатор ротационного действия. Туда же добавляли сточную воду собственного производства при  $pH = 2,5$  в соотношении т : ж = 1:0,5 при температуре 70°С. Полученную смесь подвергали мокрому измельчению до размера менее 10 мкм. После измельчения активированную суспензию подвергали выщелачиванию кислой сточной водой собственного гальванического производства при температуре 70 °С при  $pH=3$ . После выщелачивания осадок промывали чистой водой [1].

Раствор после отделения от осадка фильтрованием помешали в электрофлотационную камеру

объемом 1л. Флотационный процесс производили при плотности тока 50 ма/см<sup>2</sup> в течение 20 минут при повышенном рН = 8-10. Повышение рН раствора производили с помощью гидроксида натрия. В качестве пенообразователя и собирателя при флотационном извлечении металлов использовали ПАВ анионного типа – алкилбензолсульфонат натрия (сульфонол) в количестве 5 мг/л и ксантогенат калия в количестве 3 мг на 100 мг ионов металлов в растворе.

Применение метода электрофлотационного извлечения ионов металлов из растворов обусловлено его эффективностью. Изменяя электрические параметры процесса можно обеспечить оптимальную дисперсность пузырьков воздуха, не разрушая пенный слой. Наряду с электродными процессами в электрофлотационном аппарате протекают объемные химические реакции, которые приводят к таким явлениям как изменение природы и растворимости флотоконцентрата, растворению или образованию осадка, разрушению комплексообразователей, что способствует повышению качества процесса.

Полученный пенный концентрат высушивали и подвергали последующему прокаливанию при температуре 600°С с получением металлического порошка [2].

Результаты исследований при различных параметрах представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1

**Зависимость эффективности извлечения металлов в раствор от рН измельчаемой суспензии**

рН измельчаемой суспензии	Эффективность извлечения металлов в раствор, %			
	Cu	Ni	Zn	Fe
2	99	99	99	99
3	98	98	98	96
4	88	87	79	78
5	56	52	47	43

Таблица 2

**Зависимость эффективности извлечения металлов в раствор от отношения т:ж при мокром измельчении**

Отношение т:ж	Эффективность извлечения металлов в раствор, %			
	Cu	Ni	Zn	Fe
1:0,2	92	93	93	92
1:0,4	98	98	98	98
1:0,6	99	99	99	99
1:0,8	98	98	98	98
1:1,0	97	97	97	97

По результатам исследований можно предположить, что при мокром способе измельчения происходит контакт твёрдых частиц, находящихся в напряжённом состоянии, с жидкой адсорбционно-активной средой, что способствует эффекту адсорбционного понижения прочности частиц, облегчение деформации и разрушения их вследствие физико-химического воздействия среды [3]. Следовательно, механическая активация мокрым измельчением ведёт к увеличению удельной поверхности, изменению поверхностной структуры

частиц, возникновению физических дефектов в подрешетках и решетках твердых тел, способствующих образованию новых соединений и ускоряющих элементарные взаимодействия поверхностного слоя с жидкой средой и перехода соединений металлов в растворимую форму. Проведение процесса активации в кислой среде при температуре 60÷90°С способствует сокращению времени переработки и повышению эффективности выщелачивания металлов в раствор.

При выщелачивании кислыми сточными водами собственного производства аналогичного состава ионы металлов переходят в водный раствор, тем самым повышая концентрацию содержащихся в сточной воде аналогичных металлов.

Таким образом, полученные результаты соответствуют одному из главных положений механоактивации, которое заключается в том, что может быть механоактивация без измельчения, но *не может быть измельчения без активации* [4].

Отсюда следует, что, под действием внешних сил увеличивается запас энергии измельчаемого вещества за счет увеличения поверхностной энергии, которая способствует ускорению физико-химических процессов. А именно, чем больше число ударов, придаваемых частицам вещества, чем больше скорость удара и чем меньше интервал между следующими друг за другом ударами, тем большая возникает активность вещества и его реакционно-способность [5].

Предлагаемый способ одновременного обезвреживания сточных вод и шламов гальванического производства позволит снизить воздействие токсичных веществ на окружающую среду и получить ценную продукцию в виде металлического порошка, который можно использовать в промышленных целях.

В свою очередь, активация измельчением может найти применение при решении вопросов комплексного использования минеральных ресурсов и

снижения вредного воздействия продуктов переработки промышленности на окружающую среду. В частности, это могут быть: утилизация отходов производства и ликвидация отвалов; очистка сточных вод с улавливанием на активированной поверхности ценных (и вредных) компонентов; облагораживание торфа, угля и горючих сланцев перед сжиганием с одновременным извлечением металлов, серы и других ценных компонентов; замена обжига различных концентратов безобжиговым процессом, основанным на механоактивации.

#### Литература

1. Токач Ю.Е., Рубанов Ю.К. Утилизация тяжелых металлов из отходов гальванического производства / Монография. Lap Lambert, Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany. – 2011. – 123Р.
2. Пат 2422543 РФ, МПК С 22В 7/00. Способ переработки шламов гальванического производства / Ю.К. Рубанов, Ю.Е. Токач; заявитель и патентообладатель Белгор. гос. технол. ун-т. – № 2010108574/02; заявл. 09.03.2010; опубл. 27.06.2011, Бюл. №18. – 4 с.
3. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука, Сиб. Отд., 1986, 303 с.
4. Биленко Л.Ф. Закономерности измельчения в барабанных мельницах. М.: Недра, 1984. 200 с.
5. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. 2-е изд., перераб. М.: Химия, 1977. 368 с.