

Министерство образования республики Беларусь
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УДК 621.762

№ госрегистрации 19992069

Инв. № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке ВГТУ

С.М. Литовский

_____ 2000 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

«Разработать и освоить технологию изготовления
медных контактодержателей, облицовочных пластин
электроконтактов и электродов для контактной свар-
ки из отходов гальванического производства»

Заключительный

99-Г/Б-482

Научный руководитель: д.т.н., проф.

С.Г. Ковчур

Начальник НИСа

С.А. Беликов

Библиотека ВГТУ



ВИТЕБСК — 2000 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы, д.т.н.

С.Г. Ковчур

Ответственный исполнитель, к.т.н.

В.В. Пятов

Исполнители:

Старший научный сотрудник

А.Н. Лядвин

Старший научный сотрудник

А.С. Ковчур

Научный сотрудник

Ю. Нетсев

Нормоконтролер

А. Трутнев

• Библиотека •
 Вицебокска държавна
 техналогична университет
 на АИ

РЕФЕРАТ

Отчет заключительный 73 с., 1 кн., 23 табл., 11 иллюстраций, 29 источников.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ, ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, МЕДЬ, ОСАЖДЕНИЕ, РАФИНИРОВАНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, ПРЕССОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОКОНТАКТЫ, ЭЛЕКТРОДЫ.

Объектом исследования являются жидкие промышленные отходы, медный порошок, полученный осаждением из этих отходов и технологии переработки его в изделия электротехнического назначения.

Отмечено, что в Республике Беларусь развито гальваническое производство, отходы которого содержат ценные цветные металлы. Сброс этих отходов загрязняет окружающую среду; вместе с этим теряются металлы, которые могут быть повторно использованы в промышленности.

Целью работы является разработка и освоение технологии извлечения меди из гальванических отходов, а также технологии изготовления изделий из этого дешевого порошка, обладающего некоторыми особенностями.

В процессе выполнения работы был проведен сравнительный анализ методов, позволяющих извлекать медь из отработанных электролитов. Наиболее целесообразным для переработки гальваноотходов признан метод цементационного осаждения меди. Цементация не требует энергозатрат и позволяет осуществить практически полное извлечение металла из электролита.

В результате проведенных экспериментальных исследований изучены химические составы отходов гальванических и травильных производств и выработаны рекомендации по извлечению из них меди. Показано, что как жидкие отходы, так и обезвоженные гальваношламы содержат значительное количество меди и других цветных металлов. Промышленные отходы могут стать дополнительным источником цветных металлов, а для Республики, лишенной медных месторождений, это имеет большое значение.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	2
РЕФЕРАТ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕДНЫХ ПОРОШКОВ ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	11
1.1. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ БЕЛОРУССКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	11
1.1.1. Образование металлосодержащих отходов по РБ	12
1.1.2. Характеристика гальваноотходов витебских предприятий	15
1.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ ГАЛЬВАНООТХОДОВ	18
1.2.1. Исследование элементного состава растворов	19
1.2.2. Молекулярный состав отходов.....	20
1.3. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ ЭЛЕКТРОЛИТОВ.....	21
1.3.1. Электролиз	21
1.3.2. Автоклавный способ извлечения меди	25
1.3.3. Цементационное осаждение меди.....	28
1.4. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ	36
1.4.1. Переработка медьсодержащих нитратных растворов.....	36
1.4.2. Переработка сульфатных растворов.....	37
1.4.3. Переработка медьсодержащих травильных растворов.....	38
1.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ, МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕДНОГО ПОРОШКА	38
1.5.1. Химический состав полученного порошка	39
1.5.2. Физические свойства	43

1.5.3. Технологические свойства медного порошка	44
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ ОСАЖДЕННОГО ПОРОШКА.....	49
2.1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ.....	49
2.1.1. Прессформы для прессования и калибрования контактодержателей.....	49
2.1.2. Прессформа для формования облицовочных пластин электроконтактов	51
2.1.3. Прессинструмент для формования электродов.....	52
2.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ПАРТИЙ ИЗДЕЛИЙ.....	54
2.2.1. Контактодержатели	54
2.2.2. Облицовочные пластины электроконтактов	56
2.2.3. Электроды для контактной сварки.....	63
2.3. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	64
2.3.1. Физико-механические свойства.....	64
2.3.2. Эксплуатационные свойства	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
ЛИТЕРАТУРА.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Извлечение и утилизация цветных металлов из отходов позволяет не только экономить первичное сырье, но и обеспечивает их обезвреживание. Поэтому разработка и внедрение технологий по переработке отходов — одно из важных направлений хозяйственной деятельности. Это подчеркивается и в «Программе экологически и экономически обоснованного использования отходов» (одобрена постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 39 от 02.09.94).

В последнее время в различных странах прилагаются значительные усилия по разработке процессов и созданию установок и систем для извлечения из отходов полезного сырья. Ведущими фирмами в данной области являются: Andeno, Cardorundum, Union Carbide, Urdan Research, Monsanto Enyero-Chemeal (США); Nippon, Steel (Япония); Motala, Verkstad (Швеция); Occidental Petroleum Corp. (США).

Известно, что Республика Беларусь бедна сырьевыми и энергетическими ресурсами. На ее территории отсутствуют месторождения цветных металлов, в частности, меди. Приходится покупать медь за рубежом по высоким ценам (около \$3000 за тонну), что увеличивает себестоимость наших товаров, делая их неконкурентоспособными на мировом рынке.

В то же время наша Республика располагает развитой тяжелой промышленностью, неотъемлемой частью которой является гальваническое производство: более 200 предприятий имеют гальванические цеха или участки. Отходы этого производства содержат химические соединения цветных металлов, утилизация которых требует дополнительных затрат на строительство и эксплуатацию очистных сооружений; без них соединения металлов попадают в окружающую среду, ухудшая экологическую обстановку.

Так, в Витебске с отходами гальваники поступают следующим образом. Производственное объединение "Химпласт", завод тракторных запчастей и учебно-производственное предприятие товарищества инвалидов по зрению сбрасывают их безо всякой очистки в горканализацию,

предварительно осуществив т.н. промывку — разбавление до ПДК водой. На заводах "Эвистор", Вистан, Коминтерна, ПО "Электроизмеритель" есть локальные очистные сооружения. Сбросы после такой очистки иногда превышают ПДК по тяжелым металлам, что неоднократно отмечалось Государственным комитетом по экологии и местной прессой. Удовлетворительно работает установка по реагентной очистке гальваносточков на приборостроительном заводе. Лучше обстоит дело с локальной очисткой производственных отходов на ПО "Витязь", где стоки от гальваники и травления печатных плат очищаются на установке сорбции-десорбции от хрома, никеля, цинка и олова, после чего сбрасываются в городской коллектор. Менее токсичные, но отнюдь не безобидные медные соединения (соли меди поражают кроветворные органы: костный мозг, селезенку, лимфатические узлы) осаждению не подвергаются.

На предприятиях, имеющих очистные сооружения, остро стоит вопрос утилизации и захоронения гальванических шламов. Обезвоженные осадки подолгу хранятся на их территориях, создавая неудобства. К началу 1995 г. На предприятиях города накопилось свыше 3-х тысяч тонн отходов гальванического производства, которые не были утилизированы.

Вопрос о переработке гальваношламов неоднократно рассматривался городскими властями. Так, 18.06.97 г. заместитель председателя Витебского горисполкома В.М. Кичигин подписал рекомендации семинара-совещания по проблемам комплексной утилизации промышленных отходов, в которых говорится: *«Координацию работ по переработке гальваношламов возложить на АО «Приборостроительный завод» и «Витебскому государственному технологическому университету оказать помощь предприятиям города во внедрении разработанных университетом методов утилизации и переработки отходов».*

Аналогичная картина наблюдается и в других промышленно развитых городах Республики

В настоящее время переработка гальванических отходов в Республике Беларусь и странах СНГ в промышленных масштабах не производится. Известны примеры утилизации гальваношламов на предприятиях, выпус-

кающих строительные материалы (в основном бетонные изделия). Такой подход позволяет избавиться от некоторых экологических проблем, но не решает задачи извлечения и повторного использования металлов. К тому же вопрос о безопасности стройматериалов с добавками достаточно не изучен.

Данные о разработках простых и эффективных технологий по переработке гальванических отходов в странах дальнего зарубежья, насколько нам известно, также отсутствуют. Развитые страны очищают сточные воды от тяжелых металлов ионообменными и электролитическими установками, широкое внедрение и эксплуатация которых на наших предприятиях пока оказывается непозволительно дорогой.

Таким образом, с одной стороны ощущается острый дефицит цветных металлов, а с другой — сброс их химических соединений, небезопасных для человеческого организма, в окружающую среду. Поэтому разработка технологии извлечения недорогой меди из отходов гальванического и травильного производства представляется весьма актуальной. В связи с этим актуальной также становится разработка технологий изготовления изделий из извлеченного медного порошка, способного в ряде случаев заменить более дорогую стандартную медь.

Предлагаемые технологии являются ресурсо- и энергосберегающими, а также экологически чистыми.

Экономия ресурсов достигается за счет следующих факторов:

- возврата меди в производство
- экономии воды за счет исключения процедуры промывки (разбавления отходов до ПДК)
- уменьшении потерь материала на окончательную механическую обработку изделий

Энергосбережению способствуют:

- разработанный реагентный способ осаждения меди, не требующий затрат электроэнергии
- уменьшение транспортных расходов (не надо возить медь из-за рубежа и гальваношламы на захоронение)

- уменьшение энергоемкости процесса прессования (предлагаемая технология не требует мощного прессового оборудования).

Улучшение экологической обстановки достигается за счет сокращения сброса соединений меди и уменьшения автомобильных перевозок.

Проведенный маркетинговый анализ позволил выявить (в основном по г. Витебску) три типа изделий, замена традиционных материалов в которых на дешевый осажденный медный порошок даст заметный экономический эффект без проведения дорогостоящих операций по рафинированию и восстановлению извлеченной из отходов меди.

Прежде всего, это облицовочные пластины электроконтактов, используемые в троллейбусах. В настоящее время такие пластины изготавливают из сплава, состоящего на 85% из серебра и на 15% из окиси кадмия. Вес пластины 15 – 20 грамм в зависимости от типоразмера (используют пластины 20x16 мм 20x20 мм и 20x25 мм), стоимость — около 2 долларов за штуку (данные ВТТУ на январь 1998 г.). Срок эксплуатации одной пластины в среднем 2 месяца, что составляет 6 штук на троллейбус в год. Медная пластина, изготовленная из осажденного порошка в условиях мелкосерийного производства, обойдется управлению примерно в 50 центов. Предварительно проведенные испытания показали, что при содержании меди в изделии 95 – 97% срок его работы составляет тоже около 2 месяцев. Таким образом, при количестве троллейбусов в ТТУ г. Витебска 200 штук, экономический эффект от внедрения за период 1999 – 2003 г.г. составит 10000 долларов США. При расширении производства облицовочных пластин и установке их на весь троллейбусный парк Беларуси эффект будет, как минимум, на порядок больше. Дальнейшее расширение рынка на страны СНГ сулит весьма благоприятные перспективы. Возможности ВТТУ по выпуску облицовочных пластин на указанный период составят примерно 85000 штук, что при успешной их реализации даст 127500 долларов прибыли (около 8 млрд. руб. по текущему курсу).

Другая группа изделий, где использование полученного порошка представляется перспективным — это нерасходуемые электроды для контактной сварки и контактодержатели к ним. Их изготавливают сейчас из

стандартной прутковой меди. Электроды представляют собой наконечники различной формы массой 100 – 200 грамм. Используются они в основном на предприятиях, выпускающих железобетонные изделия, для точечной сварки арматуры. Стоимость такого электрода (как и контактодержателя) — около 1 доллара (по данным АО «Горизонт», г. Витебск). Замена его на электрод, изготовленный из осажденного медного порошка, по предварительным оценкам позволит сэкономить около 50 центов на штуке. Упомянутое акционерное общество расходует за год около 5000 таких электродов и около 500 контактодержателей. Экономический эффект от внедрения этих изделий только на АО «Горизонт» составит за период 1999 – 2003 г.г. около 8000 долларов США. Аналогичных предприятий по Беларуси, как минимум, несколько десятков. Экспериментальная партия электродов успешно выдержала промышленные испытания [1]. Возможности ПО «Измеритель» по выпуску электродов на запланированный период около 110000 штук и контактодержателей около 100000 штук, что в сумме даст экономический эффект 105000 долларов (около 7 млрд. руб.).

Таким образом, ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов работы составит 15 млрд. рублей в ценах, действующих на 1.01.98 г.

Необходимо отметить, что перечисленные детали далеко не исчерпывают всю номенклатуру изделий, которые можно получать из осажденного медного порошка без глубокой и дорогой его очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковчур А.С. Разработка процесса получения медного порошка из отходов гальванического производства и изделий на его основе: Дисс. ... канд. техн. наук. — Минск, 1997.
2. Разработать процесс обработки отходов для экстракционно-каталитического процесса с целью извлечения цветных металлов, получения синтетического газа и керамики: Отчет о НИР. — Мн.: Белорусский научно-исследовательский центр «экология», 1997.
3. Помосов А.В., Табатчикова Л.П., Юнь А.А. // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1982. — № 1. — с. 110–112.
4. Помосов А.В., Крымакова Е.Е. // Порошковая металлургия. — 1976. — № 6. — с. 1–4.
5. Ibl N. Advances in electrochemistry and electrochemical engineering. N-Y, London. — 1962. — v.2. — p. 49–63.
6. Прикладная электрохимия. Изд. 2-е / Под ред. Кудрявцева Н.Т. — М.: Химия, 1975. — 582 с.
7. Singh S., Akerkar D. — N-Mh. Techn. J., 1975. — v. 17. — № 6. — p. 23–26.
8. Помосов А.В., Марчевская Е.Е. // Порошковая металлургия. — 1967. — № 3. — с. 1–6.
9. Гуревич Л.И., Помосов А.В. // Электрохимия, 1971. — т.7. — № 2. — с. 158–164.
10. Гуревич Л.И., Помосов А.В. // Порошковая металлургия. — 1973. — №2. — с. 1–4.
11. Усольцева Е.Е., Помосов А.В. // Порошковая металлургия. — 1983. — № 8. — с. 16–20.
12. Помосов А.В., Гуревич Л.И. // ЖФХ. — 1965. — № 10. — с. 2536–2539.
13. Котовская Н.П., Просвирякова И.И., Помосов А.В. // Порошковая металлургия. — 1973. — № 2. — с. 1–6.
14. Помосов А.В., Можар Л.П. // Порошковая металлургия. — 1977. — № 11. — с. 15–17.
15. Popov K., Maksimovic M., Lucite D. // J. Appl. Electrochem. — 1980. — v. 10. — p. 299–308.
16. Popov K., Maksimovic M., Pavlovoc D. // J. Appl. Electrochem. — 1981. — v. 11. — p. 239–246.
17. Кляйн С.Э., Набойченко С.С., Шумайлова Л.Н., Худяков И.Ф. // Изв. вузов. Цветная металлургия — 1974. — № 3. — с. 27–32.

18. Набойченко С.С., Худяков И.Ф. // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1976. — № 5. — с. 13–18.
19. Набойченко С.С. // Порошковая металлургия. — 1972. — № 4. — с. 1–6.
20. Набойченко С.С., Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди. М.: Металлургия, 1974. — с. 272.
21. Vracar R. // Rud. geologi metalurg., 1974. — v. 25. — № 10. — s. 1729–1731.
22. Letowski F., Rumianowski S. // Rudy i metale niezelazne. — 1977. — v. 22. — № 4. — s. 174–178.
23. Набойченко С.С. // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1985. — № 1. — с. 52–56.
24. Алкацев М.И. Процессы цементации в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1981. — 116 с.
25. Помосов А.В., Артамонов В.П., Зотова Т.К. // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1973. — № 2. — с. 62–67.
26. Артамонов В.П., Помосов А.В. // Порошковая металлургия. — 1976. — № 4. — с. 1–6.
27. Ловшенко Ф.Г., Янг Г. // Порошковая металлургия, 1979. — № 3. — с. 34–37.
28. Пиков Н.Х., Лейкин А.Я., Хан О.Я. и др. // Цветные металлы. — 1969. — № 12. — с. 9–13.
29. Цехович В.А., Пантелеев В.Н., Годес А.И. // Порошковая металлургия. — 1967. — № 4. — с. 38–41.

