

621.76
к 56

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНЦЕРН
Порошковой металлургии



УДК (621.762:621.357.7).002.8

КОВЧУР
АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

Разработка процесса получения медного порошка из отходов гальванического производства и изделий на его основе

05.16.06 — Порошковая металлургия в композиционные материалы

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Минск — 1997

Работа выполнена в Витебском государственном технологическом университете

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Пятов В.В.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

Ковалевский В.И.

**кандидат технических наук,
старший научный сотрудник**

Звонарева Е.В.

**Опонирующая организация - Физико-технический институт АН Б,
г. Минск**

Защита состоится "25" июня 1997 г. в 10 часов на заседании совета по защите диссертаций Д02.40.01 в Белорусском государственном научно-производственном концерне порошковой металлургии по адресу - 220071, г. Минск, ул. Платонова, 41.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного научно-производственного концерна порошковой металлургии

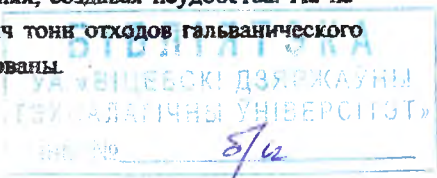
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. 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 горканыализацию, 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 кровеносные 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. На начало 1995 г. накопилось свыше 3-х тысяч тонн отходов гальванического производства, которые не были утилизированы.



Таким образом, с одной стороны ощущается острый дефицит цветных металлов, а с другой — сброс их химических соединений в окружающую среду. Поэтому разработка технологии извлечения недорогой меди из отходов гальванического производства представляется весьма актуальной.

Связь работы с крупными научными программами. Работа выполнялась в соответствии с республиканской программой № 75р "Охрана природы", задание 06.01.03 по линии АН РБ.

Цель и задачи исследования. Целью работы является комплексное исследование процессов осаждения медного порошка, его формирования и спекания, а также разработка на этой основе энерго- и ресурсосберегающей, экологически чистой технологии изготовления электродов для стыковой сварки.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- разработать технологию извлечения медного порошка из отработанных электролитов;
- найти оптимальную концентрацию раствора-реагента для полного осаждения меди с минимальными затратами;
- экспериментально исследовать физико-химические и технологические свойства полученного порошка и изучить возможности их улучшения;
- теоретически исследовать процесс деформации материала и на этой основе выбрать метод прессования;
- установить режимы спекания прессовок, обеспечивающие полное удаление пластификатора;
- используя результаты проведенных исследований, разработать технологию изготовления нерасходуемых электродов для точечной сварки и организовать внедрение ее в промышленности.

Научная новизна полученных результатов. Разработан реagentный метод извлечения меди из нитратных и сульфатных растворов. Он основан на восстановлении ионов меди другим металлом, имеющим более электроотрицательный потенциал. Установлено, что при использовании едкого кали, натрия или железа метод не требует затрат энергии и дефицитных материалов; остающиеся после переработки растворы экологически безопасны.

Предложена оригинальная методика исследования трения пластифицированного порошкового материала, позволяющая измерять не зависящие от напряжений триботехнические характеристики. Она основана на снятии зависимости касательных напряжений от нормальных с последующей математической обработкой результатов. Получено соотношение, позволяющее описать трение порошковых материалов с помощью трех инвариантных к напряжениям триботехнических характеристик.

Построена математическая модель процесса деформации пластифицированного порошкового материала для общего случая, когда зона формования имеет подвижные и неподвижные границы. Путем подстановки различных граничных условий получены частные решения для наиболее распространенных методов формования.

Практическая значимость полученных результатов заключается в создании, научно-методологическом обеспечении и промышленной реализации методов извлечения меди из жидких производственных отходов и переработки ее в изделия.

Предложенный реагентный способ осаждения медного порошка может использоваться для возврата меди на любом предприятии, имеющем гальваническое или травильное производство. Одновременно происходит очистка сбросов от солей тяжелых металлов, что улучшает экологическую обстановку.

Разработанная технология формования труднопрессуемых порошковых материалов обладает универсальностью и может быть применена для формования любых, даже неметаллических, порошков. Она значительно снижает энергоемкость процесса прессования, позволяет избежать использования мощного прессового оборудования и окончательной механической обработки.

Экономическая значимость результатов. В качестве коммерческого продукта может быть использована технология изготовления нерасходуемых медных электродов для точечной сварки из промышленных отходов. Технология внедрена на АО "Горизонт" (г. Витебск), экономический эффект от внедрения составил 334 млн. рублей.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Технология осаждения медного порошка из нитратных и сульфатных промышленных отходов.
2. Способ описания внешнего трения порошкового материала с помощью трех не зависящих от напряжений коэффициентов.

3. Найденное теоретическим путем распределение напряжений в зоне формования, дающее возможность конструировать формирующий инструмент.

4. Методика измерения триботехнических характеристик.

5. Технология изготовления нерасходуемых электродов для точечной контактной сварки.

Личный вклад соискателя. Опубликованные по теме диссертации работы выполнены автором в соавторстве.

Автором лично разработана технология осаждения медного порошка из нитратных и сульфатных промышленных отходов реагентным методом; проведена оптимизация параметров осаждения меди из растворов отработанных электролитов; разработана методика измерения триботехнических характеристик; разработана технология изготовления нерасходуемых электродов для точечной контактной сварки из полученного порошка.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты и работа в целом докладывались и обсуждались на Республиканской НТК "Проблемы качества и надежности машин" 4-5 октября 1994, г. Могилев; Международной научной конференции "Проблемы экологии и комплексной утилизации отходов производства" 3-4 октября 1995, г. Витебск; Международной 51-й НТК "Состояние и перспективы развития науки и подготовки инженеров высокой квалификации" БГПА 21-25 ноября 1995, Минск; 19th International Scientific Symposium of Students and Young Research Workers 28-29 April 1997, Zielona Gora.

Опубликованность результатов. Основное содержание диссертации опубликовано в 17 научных работах, в том числе 13 статей в журналах и сборниках, 4 тезисов докладов на конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, пяти глав, выводов, списка использованных источников и приложений.

Она содержит 89 страниц машинописного текста, 22 рисунка, 26 таблиц и 112 наименований использованных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении содержится оценка современного состояния решаемой проблемы, обоснование необходимости проведения работы и краткое ее описание.

В первой главе дан аналитический обзор литературы, поставлены цели и задачи исследований. Показано, что существующие методы утилизации отходов гальванического и травильного производств загрязняют окружающую среду ионами и химическими соединениями цветных и тяжелых металлов. Крупным недостатком этих методов является также потеря ценных металлов, которые могут быть возвращены в производство.

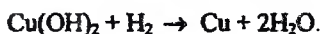
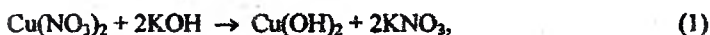
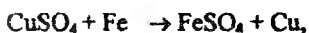
Проанализированы различные методы математического описания деформации порошковой среды. Общим их недостатком является зависимость основных коэффициентов (вязкости, предела текучести, коэффициента трения) от напряженного состояния. Такая зависимость затрудняет процессы аналитических преобразований.

Указанные недостатки существующих методов утилизации отходов гальванического производства и несовершенство математического описания уплотнения порошков определили цель и задачи исследования.

Во второй главе изложены результаты оптимизации параметров осаждения меди. В качестве варьируемых факторов процесса осаждения меди из жидкого раствора принята концентрация щелочи NaOH. Установлено, что для наиболее полного осаждения меди с наименьшим расходом реагента-осадителя его концентрация должна быть 80 г/л. При использовании гидроксида калия следует учитывать, что концентрация раствора KOH должна быть 100-110 г/л.

Далее во второй главе описана разработанная технология извлечения меди из отходов гальванического производства. Эта технология включает реагентный метод осаждения медьсодержащих соединений, отжим и сушку полученной шихты, восстановление и обогащение медного порошка.

Реагентный метод осаждения позволяет выделять медь как из сульфатных, так и из нитратных соединений по схемам:



Отжим осуществляется центрифугированием, сушка — выпариванием. Восстановление меди из оксидов производится в проходной печи при температуре 400-500 °С в водородной атмосфере.

Обогащение проводят магнитной сепарацией, при этом устраняется не прореагировавший железный порошок (вводится для осаждения меди из сульфатных соединений).

Третья глава посвящена описанию методик теоретических и экспериментальных исследований, использованному оборудованию и материалам.

Построена математическая модель деформации материала для общего случая, когда зона формования имеет поверхности как с пассивными, так и с активными силами трения. В основе модели лежит экспериментально полученная зависимость касательных напряжений τ на трущейся поверхности от нормальных напряжений σ :

$$\tau = a + b\sigma - c\sigma^2, \quad (2)$$

где a , b , c — неотрицательные, не зависящие от σ коэффициенты.

Найденное распределение нормальных напряжений вдоль зоны формования имеет вид

$$z = d \cdot \ln \frac{(\sigma - g)(\sigma_0 - e)}{(\sigma - e)(\sigma_0 - g)}, \quad (3)$$

где z — координата, направленная от входа в зону формования к ее выходу; σ_0 — нормальное напряжение на входе (при $z = 0$); e и g — корни квадратного уравнения $a + b\sigma - c\sigma^2 = 0$; d — коэффициент, зависящий от геометрии зоны формования и триботехнических характеристик материала.

Из общего решения (3) подстановкой различных граничных условий получены частные решения для случаев прессования в закрытой прессформе и экструзии материала. Так, распределение напряжений вдоль конической части зоны формования при экструзии имеет вид

$$\sigma_z = (\sigma_1 + m\sigma_s) \frac{S^n}{S_1^n} - m\sigma_s, \quad (4)$$

где σ_1 — напряжение на выходе из этой зоны; σ_s — физический предел текучести материала; S и S_1 — площади текущего и выходного сечений конической части соответственно; m и n — коэффициенты, зависящие от геометрических особенностей зоны формования и триботехнических характеристик материала.

Далее в этой главе описана оригинальная методика исследования триботехнических характеристик пластифицированных порошковых материалов и приведена конструкция трибометра, позволяющего изучать трение как в направлении приложения усилия, так и в поперечном направлении. Интересна возможность измерения коэффициентов бокового давления без применения тензометрии. Эти коэффициенты вычисляются по простой зависимости

$$k = \frac{1}{2c\sigma} \left(b + \sqrt{b^2 + 4(a - \tau)c} \right), \quad (5)$$

где σ и τ — нормальное и касательное напряжения на боковой поверхности цилиндрической полости трибометра; a , b и c — не зависящие от напряжений триботехнические характеристики.

Третья глава завершается описанием технологической линии для цементационного осаждения меди из отходов гальванического производства. Схематически линия изображена на рис. 1.

Она состоит из реакторов 1-3, предназначенных для выделения твердого осадка, содержащего медь. Каждый из реакторов соединен системой трубопроводов, снабженных необходимой запорной арматурой, с цистерной А, содержащей жидкие промышленные отходы. Реакторы с помощью плунжерного 9 и вакуумного 10 насосов связаны с нейтрализатором 4, а центробежный насос 11 соединяет их с емкостями 6-8, предназначенными для сбора переработанных растворов. При необходимости жидкость из вакуумного фильтра 5 может быть перекачена в цистерну Б, аналогичную цистерне А.

Исходные материалы, поступающие в цистерну А (отходы гальванического и травильного производства) представляют собой отработанные электролиты. На заводе "Эвистор" (г. Витебск) для технологических целей получают медные покрытия с пониженными внутренними напряжениями, используя электролит следующего состава:

$\text{CuSO}_4 \cdot x \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	— 200...220 г/л,	
H_2SO_4	— 50...60 г/л,	(6)
БС-1 (блескообразователь)	— 5 мл/л.	

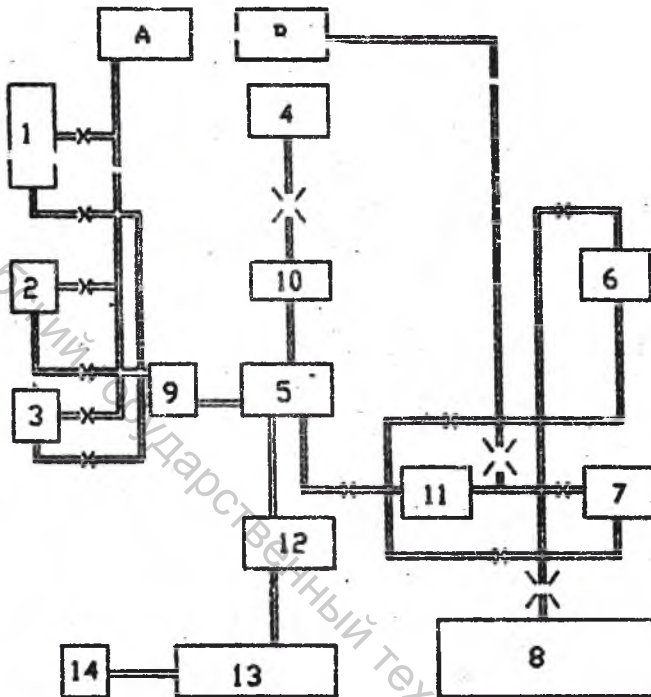
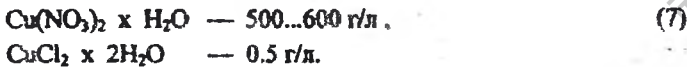


Рис.1 Схема технологической линии для переработки отходов гальванического производства

На заводе "Электронизмеритель" (г. Витебск) меднение применяют в гальванопластике, используя нитратный электролит следующего состава:



В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований. Показано, что медь в отработанных растворах содержится в основном в виде нитратных и сульфатных соединений $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и CuSO_4 ; наибольшее количество меди находится в виде свободных ионов.

Осажденный порошок содержит около 97 % мас. меди, но почти вся она химически связана (в основном с кислородом). Оставшиеся 3 % со-

стоят из 13 химических элементов, наиболее заметным из которых является железо (1,26 % мас.).

После обогащения и восстановления порошок содержит 98,5 % меди, 0,8 % железа (в виде оксидов) и 0,3% кислорода; содержание остальных примесей соответствует требованиям ГОСТ 4960-75.

Гранулометрический состав определен посредством ситового анализа (ГОСТ 18318-73) с использованием набора сит с квадратной ячейкой (ГОСТ 3584-73). Результаты анализа приведены на рис.2.

Установлено, что насыпная плотность осадочного порошка определенная по ГОСТ 19440-74 составила 1,3-1,9 г/см³. Плотность утряски 1,9-2,7 г/см³, нижний предел формуемости около 200 МПа, прочность сырых непластифицированных прессовок на сжатие 0,1-0,5 МПа, текучесть порошка определялась по ГОСТ 20899-75 и составила - 38 л/с.

Технологические свойства порошка недостаточны для получения прессовки удовлетворительной прочности, их необходимо улучшать рафинированием или введением связующе-пластифицирующих добавок. Поэтому уплотняемость и триботехнические исследования проведены как для непластифицированных, так и для пластифицированных порошков.

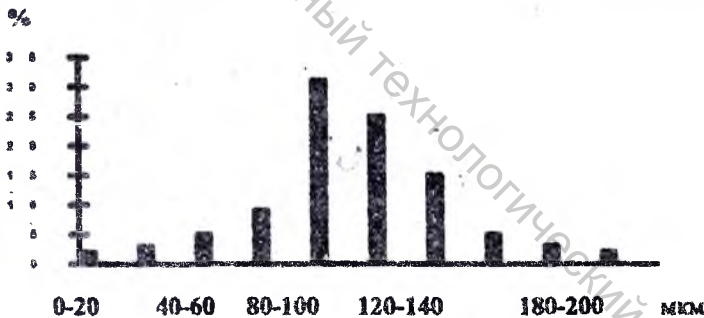


Рис. 2. Гранулометрический состав осадочного порошка

Результаты исследования уплотняемости по ГОСТ 25280-82 приведены на рис.3. При 9% парафина и более даже при небольших давлениях плотность приближается к плотности компактного материала (9% парафина при давлении 90 МПа дают 95% плотности). Уплотняемость непластифицированного порошка мало отличается от уплотняемости промышленно выпускаемых порошков.

% от плотности компактного материала

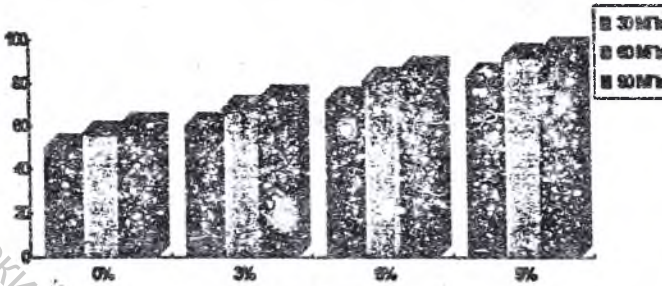
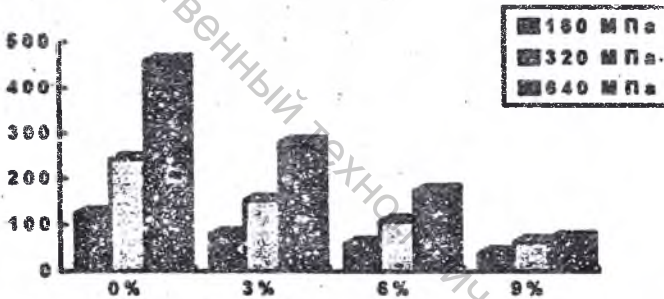


Рис. 3. Уплотняемость осажденного порошка

касательные напряжения, МПа

нормальные напряжения



содержание парафина

Рис. 4. Зависимость касательных напряжений от нормальных на внешней поверхности

На рис. 4 изображена зависимость максимально возможных касательных напряжений от нормальных и содержания пластификатора для осажденного медного порошка (внешнее трение).

Математическая обработка приведенных результатов (аналогичные данные получены для широкого класса материалов) показывает, что касательные напряжения на поверхности трения связаны с нормальными соотношением (2), причем триботехнические характеристики a , b и c не зависят от напряжений.

Заканчивается четвертая глава экспериментальной проверкой результатов теоретического исследования. Сравнивались максимально возможные высоты прессовок, получаемых в закрытой цилиндрической прессформе при одностороннем прессовании. В качестве контрольного материала использован стандартный медный порошок. Расчеты проводились по формуле, полученной путем подстановки в общее решение (3) условий для такого прессования

$$k = \frac{R}{2 \cdot k \cdot b} \cdot \ln \frac{\sigma_0 \cdot (c\sigma_H - b)}{\sigma_H \cdot (c\sigma_0 - b)}, \quad (8)$$

где R — радиус прессформы; σ_H — нижний предел прессуемости материала; σ_0 — давление; k — коэффициент бокового давления; b и c — уже упоминавшиеся триботехнические характеристики.



Рис.5. Сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований

На рис.5 изображены результаты сравнения высот прессовок, полученных при давлении прессования 50 МПа на прессформе радиусом 10 мм. Как видно из графиков, расчет дает более высокие значения (на 2-8%), чем эксперимент. Вид зависимости для осажденного и стандартного порошков примерно одинаковый, однако прессовки, полученные из кондиционного порошка, несколько крупнее.

Пятая глава посвящена практическому использованию результатов исследования. В ней изложена общая технология изготовления изделий из осажденных порошков и конкретное ее применение для производства сварочных электродов.

Технология получения изделий из осажденного порошка заключается в улучшении его технологических характеристик, подготовки материала к формованию, формовании, удаления пластификатора из прессовок и спекании изделий.

Улучшение технологических характеристик достигалось введением связующе-пластифицирующих добавок (парафина). Количество парафина, необходимое для получения качественных изделий, определяется из соотношения:

$$w = \frac{\rho_m \rho_n - \rho_n \rho_y}{\rho_m \rho_n + \rho_m \rho_y - \rho_n \rho_y} \cdot 100\% \text{ мас.} \quad (9)$$

где ρ_m , ρ_n и ρ_y — пикнометрическая плотность материала, плотность парафина и плотность утряски порошка соответственно.

Соотношение получено в предположении, что в состоянии утряски все межчастичное пространство в порошке заполнено парафином. Введение меньшего количества пластификатора ведет к образованию динамического свода в процессе формования (имеет место т.н. арочный эффект); при этом наблюдается резкое увеличение усилия прессования, связанное с пластической деформацией частиц порошка и их наклепом.

Подготовка материала к формованию состоит в его гомогенизации, дроблении и подогреве. Формование пластифицированного материала затруднений не вызывает, однако, если применяются непрерывные методы, использующие экструзию, количество парафина должно быть увеличено до 10-15 % мас. Преимущество пластифицированных порошков при формовании заключается в возможности получения прессовок сложной формы, что позволяет устранить операцию окончательной механической обработки.

Удаление пластификатора обычно совмещается со спеканием изделия. Режим спекания существенно зависит от применяемого пластификатора. Необходимы как минимум две изотермические выдержки при нагреве. Первая выдержка осуществляется при температуре несколько выше температуры плавления пластификатора, в это время жидкость переходит в мелкодисперсную зысыпку (обычно оксид алюминия) за счет капиллярных сил. Вторая выдержка делается при температуре, несколько превышающей температуру кипения или разложения жидкого пластифика-

тора — скорость выхода газов должна быть минимальна, так как они способны разрушить прессовку.

В качестве примера использования описанной технологии изготовления изделий из осажденных порошков разработана технология изготовления нерасходуемых электродов для точечной шовной и стыковой сварки. Технология заключается в реагентном способе извлечения меди из отходов гальванического производства, промывке, отжиме и сушке порошка, восстановлении меди из оксидов и гидроксидов, обогащении, пластификации, гомогенизации полученного материала, формовании в сложной по конструкции прессформе, удалении пластификатора и спекании.

Полученные электроды представляют из себя наконечники конической и цилиндрической формы, применяются на сварочных машинах МТ1613, МТ1614, МТ1616, МТ161844, МТ161674 и аналогичных.

Электроды испытаны при максимальном сварочном токе 16 кА, усилнии сжатия до 20 кН, количество циклов до износа составило 100000-150000. Результаты испытаний показали, что полученные электроды имеют практически те же эксплуатационные характеристики, что и стандартные.

Приведена калькуляция себестоимости извлечения 1 тонны медного порошка из отходов.

Технология внедрена на АО ГОРИЗОНТ (г.Витебск), экономический эффект составил 334 млн. рублей.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология извлечения меди из отходов гальванического производства. Полученный порошок содержит 98,5 % мас. меди, размер частиц от 80 до 140 мкм. Технология позволяет извлекать медь как из нитратных, так и из сульфатных соединений. Проведена оптимизация параметров процесса осаждения ионов меди из растворов отработанных электролитов. Установлено, что для полного осаждения меди из растворов рекомендуется использовать растворы NaOH с концентрацией 75-85 г/л или растворы KOH с концентрацией 100-110 г/л. Низкая энергоемкость процесса извлечения меди обеспечивается применением реагентного метода осаждения, не требующего дополнительных затрат электроэнергии.

2. Экспериментально исследованы физико-химические и технологические свойства осажденного медного порошка. После обогащения он имеет повышенное содержание железа (0,8 % мас.) и кислорода (0,3 %

мас.); остальные примеси в пределах, предусмотренных ГОСТ 4960-75. Технологические свойства порошка плохие (высокий нижний предел формоустойчивости около 200 МПа и низкая прочность сырых прессовок на сжатие 0.1-0.5 МПа), что требует специальной технологии формирования полученного материала. Установлено, что насыпная плотность осажденного порошка, определенная по ГОСТ 19440-74 составила 1.3-1.9 г/см³. Плотность утряски 1.9-1.7 г/см³, текучесть порошка определялась по ГОСТ 20899-75 и составила 38 л/с.

3. Построена математическая модель процесса деформации материала для общего случая, когда зона формирования имеет как неподвижные, так и движущиеся поверхности. Подстановкой различных граничных условий получены частные решения для непрерывных методов формирования (мундштучного, шнекового, softopt-метода) и для уплотнения материала в прессформах.

4. Разработана методика экспериментального исследования триботехнических характеристик порошковых материалов. Методика позволяет описать поведение материала в условиях трения с помощью трех инвариантных к напряжениям коэффициентов.

5. Измерены триботехнические характеристики чистых и пластифицированных порошков в широком интервале давлений. Установлено, что во всех случаях связь между нормальными и касательными напряжениями на поверхности трения описывается полиномом второй степени с постоянными коэффициентами.

6. Разработан способ улучшения технологических свойств осажденного порошка, позволяющий получать прессовки сложной формы на простейших по конструкции прессформах. Способ заключается в пластификации порошка термопластичным пластификатором. Увеличение пластичности материала и прочности сырых прессовок позволяет приблизить форму прессовки к форме изделия.

7. Разработана технология спекания прессовок, пластифицированных парафином. В процессе нагрева необходимо делать три изотермических выдержки продолжительностью 30-60 мин. первая - при температуре 100-120 °С - для выхода жидкого парафина в мелкодисперсную засыпку под действием капиллярных сил. Вторая - при температуре 300-320 °С - для ограничения интенсивности кипения парафина и предотвращения разрушения прессовки парами. Третья выдержка делается при температуре пластификации оставшихся фракций (1020 °С).

8. На основе проведенных исследований разработана технология изготовления нерасходуемых электродов для точечной контактной сварки. Технология заключается в осаждении медного порошка из отходов гальванического производства, его промывке, отжиге и сушке, восстановлении и обогащении; пластификации порошка и гомогенизации смеси, формовании, удалении пластификатора и спекании. Технология внедрена на АО ГОРИЗОНТ (г.Витебск), экономический эффект составил 334 млн. рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Алексеев И.С., Пятов В.В., Ковчур А.С. Методика определения триботехнических характеристик порошкового материала //В кн.: Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении: Ч. 2.- Мн.: Университетское, 1994.- С.91-93.

2. Алексеев И.С., Пятов В.В., Ковчур А.С. Исследование внешнего трения порошковых материалов //Там же.- С. 176-179.

3. Ковчур А.С., Тимонов И.А., Сироткин А.Л., Потоцкий В.Н. Разработка безотходной технологии утилизации отходов гальванического производства.//Проблемы качества и надежности машин. Тез. докл. республ. науч.-техн. конф.-Могилев, 1994.-С. 11.

4. Пятов В.В., Ковчур А.С. Исследование внешнего трения пластифицированных порошков //В кн.: Научное обеспечение республиканской комплексной программы охраны окружающей среды на 1991 - 1995 годы.- Мн.: Изд-во АН РБ, 1995.- С. 94-96.

5. Пятов В.В., Ковчур А.С. Теоретический анализ процесса непрерывного формования порошков//В кн.: Вестник Витебского государственного технологического университета.- Витебск: ВГТУ, 1995.- С. 62-64.

6. Применение метода Резерфордского обратного рассеяния и ВИС для анализа состава сложных многокомпонентных соединений //Ковчур С.Г., Пятов В.В., Ковчур А.С., Леонтьев А.В. //В кн.: Состояние и перспективы развития науки и подготовки инженерных кадров высокой квалификации: Тез. докл. междунар. конф.- Мн.: БГПА, 1995.- С. 61-62.

7. Медный порошок, полученный из отходов гальванического производства /С.С. Клименков, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, П.В. Лавшук //Там же.- С. 80-81.

8. Ковчур А.С., Васильев И.Д., Сироткин А.Л. Переработка медьсодержащих нитратных растворов//Научное обеспечение республиканской комплексной программы охраны окружающей среды. Сборник статей по РНТП 75.02р "Охрана природы".-Минск: Изд-во АН РБ, 1995 г.-С.92-94.

9.Ковчур А.С.,Васильев И.Д., Сироткин А.Л., Терентьев В.П. Использование жидких металлсодержащих отходов в производстве строительных материалов.// В кн.: Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства: Тез. докл. междунар. научной конфер.- Витебск, 1995.-С. 140.

10.Ковчур С.Г., Пятов В.В., Ковчур А.С., Васильев И.Д. Новые неразрушающие методы количественного и качественного анализа многокомпонентных металлсодержащих систем //В кн.: Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства: Тез. докл. междунар. научной конфер.- Витебск, 1995.-С. 179.

11. Физико-химические исследования медного порошка, полученного из отработанных травильных растворов //Ковчур С.Г., Васильев И.Д., Сироткин А.Л., Ковчур А.С., Скоков П.И. //Сборник трудов ВГТУ.- Витебск, 1995.- С.115-118.

12. Пятов В.В., Ковчур А.С. Анализ напряженно-деформированного состояния при формовании пластифицированного порошкового материала //Сборник научных трудов ВГТУ.-Витебск, 1995.- С. 31-35.

13. Пятов В.В., Ковчур А.С. Пластифицированный порошковый материал //Там же.- С. 35-37.

14. Пятов В.В.,Ковчур А.С. Динамика экструзии изотропного материала //Там же.- С. 37-40.

15. Ковчур С.Г., Васильев И.Д., Двоглазов Г.В., Ковчур А.С., Олшанский В.И., Сироткин А.Л. Разработка, оптимизация и внедрение технологий извлечений меди из жидких промышленных отходов//Там же.-С. 107-112.

16. Пятов В.В., Ковчур А.С., Васильев И.Д. Улучшение технологических свойств порошковых материалов, получаемых из отходов гальванического производства.//Известия АН Беларуси.-1997, № 2.-С.55-58.

17. Ковчур С.Г., Пятов В.В., Ковчур А.С., Васильев И.Д. Электроды, полученные из промышленных отходов. 19th International Scientific Symposium Of Students And Young Research Workers. Volume 4: Mechanical Engineering. 28-29 April 1997, Zielona Gora.-Page 122-126.

РЭЗІЮМЕ

Коўчур Андрэй Сяргеевіч

Распрацоўка працэсу здабывання меднага парашку з адходаў гальванічнай вытворчасці і вырабаў на яго аснове

Ключавыя словы: парашок, адходы, гальваніка, асаджэнне, пластыфікатар, электроды, фармаванне, спяканне, рэсурсазахаўванне, экалогія.

Аб'ектам даследвання з'яўляюцца адходы гальванічнай вытворчасці, якія змяшчаюць у сабе медныя злучэнні.

Мэтай працы з'яўляецца комплекснае даследаванне працэсу асаджэння меднага парашку, яго фармавання і спякання, а таксама распрацоўка на гэтай аснове энерга- і рэсурсазахоўваючай, экалагічна чыстай тэхналогіі выпрацоўкі электродаў.

Выяўлена магчымасць здабывання медзі з гальванічных адходаў, прапанаваны канкрэтныя шляхі рэалізацыі гэтай задачы. Даследаваны ўласцівасці асаджанага парашку і указаны два магчымыя шляхі іх паліпшэння: давязненне да кандыцыі шляхам рафінавання ці распрацоўка новай тэхналогіі фармавання здабытых парашкоў. Азначана, што для вытворчасці рада вырабаў эканамічна мэтазгодным з'яўляюцца другі шлях.

Распрацавана тэхналогія здабывання вырабаў з асаджанага парашку, якая заключаецца ў паліпшэнні ягб фармуемасці, падрыхтоўцы матэрыялу да фармавання, фармаванні, выманні пластыфікатара з прасовак і спяканні вырабаў. Паліпшэнне фармуемасці дасягалася увядзеннем сувязуючы-пластыфіцуючых дабавак (парафіна).

Прапанаваная тэхналогія дапускае затраты на пластыфікатар і працэсы яго увядзення і вымання, што кампенсуецца адсутнасцю затрат на рафінаванне парашку і канчатковую механічную апрацоўку вырабаў (пластыфікаваная матэрыял дазваляе надаць вырабу патрэбную форму непасрэдна пры прасаванні).

На аснове праведзеных даследванняў распрацавана тэхналогія вырабу нерасходаваных электродаў для кропкавай кантактнай зваркі. Тэхналогія укаранена ў прамысловасць.



РЕЗЮМЕ

Ковчур Андрей Сергеевич

Разработка процесса получения медного порошка из отходов гальванического производства и изделий на его основе

Ключевые слова: порошок, отходы, гальваника, осаждение, пластификатор, электроды, формование, спекание, ресурсосбережение, экология.

Объектом исследования являются отходы гальванического производства, содержащие медные соединения.

Целью работы является комплексное исследование процессов осаждения медного порошка, его формования и спекания, а также разработка на этой основе энерго- и ресурсосберегающей, экологически чистой технологии изготовления электродов.

Показана возможность извлечения меди из гальванических отходов, предложены конкретные пути реализации этой задачи. Исследованы свойства осажденного порошка и предложены два возможных пути получения из них качественных изделий: рафинирование материала и формование по традиционной технологии или разработка новой технологии формования извлеченных порошков без рафинирования. Отмечено, что для производства ряда изделий экономически целесообразен второй путь.

Разработана технология получения изделий из осажденного порошка, заключающаяся в улучшении его формуемости, подготовке материала к формованию, формовании, удалении пластификатора из прессовок и спекании изделий. Улучшение формуемости достигалось введением связующе-пластифицирующих добавок (парафина).

Предложенная технология предполагает затраты на пластификатор и процессы его введения и удаления, что компенсируется отсутствием затрат на рафинирование порошка и окончательную механическую обработку изделия (пластифицированный материал позволяет придать изделию нужную форму непосредственно при прессовании).

На основе проведенных исследований разработана технология изготовления нерасходуемых электродов для точечной сварки. Технология внедрена в промышленность.

SUMMARY

Covchur Andrei Sergeevich

Development of process of reception of a copper powder from waste of galvanic manufactures and products on his basis.

Key words: a powder, waste, galvanity, precipitation, plasticizer, electrodes, moulding, sintering, resourcecare, ecology.

Object of research are waste of galvanic manufactures, containing copper connections.

The purpose of work is complex research of processes precipitation of a copper powder, it moulding and sintering, and also development on this basis energetically and resourcecally, ecologically of pure technology of manufacturing of products from waste galvanic of manufacture.

Opportunity of extraction copper from galvanicwaste is shown, particular ways of realization of this problem are offered. Properties orecipital of a powder are investigated and two possible ways of their improvement are specified: finishing up to condition by refining or development of new technology moulding of taken powders. Is marked, that for manufacture of a number of products the second way is economically expedient.

Technology of reception of products from precipital of a powder, consisting in improvement of his technical characteristits, preparation of a material to moulding, moulding, removal plasticizer from blank and sintering of products is developed. The improvement of moulding was reached by introduction binding and plasticizing of the additives (paraffin).

The offered technology assumes expenses on plasticizer both processes of his introduction and removal, that is compensated by absence of expenses on refining of a powder and final machining of a product (plasticizal a material allows to give a product the necessary form directly at compaction).

On the basis of spent researches technology of manufacturing unconsumable of electrodes for resistance spot welding is developed. The technology is introduced into an industry.



Ковчур Андрей Сергеевич

**РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МЕДНОГО ПОРОШКА
ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
И ИЗДЕЛИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 19.05.97г. Формат 60x84/16 Печать ксероксная
Усл. печ. л. 1.16 Уч.-изд л. 0.99 Тираж 100 Заказ 283 Бесплатно

Отпечатано на ризографе ВГТУ
210028 г.Витебск, Московский пр-кт,72