

На правах рукописи

Идиев Махмадризбон Тешаевич

**РАЗРАБОТКА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ
СЕЛЕНИДА, ТЕЛЛУРИДА И ОКСИДА ЦИНКА.**

(02.00.04 - Физическая химия)

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Душанбе - 2000

Работа выполнена в лаборатории
"Неорганических материалов" Института химии
им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор
Норматов И.Ш.

Научный консультант: академик АН Республики Таджикистан
Мирсаидов У.М.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Шарифов А.,
кандидат химических наук
Бобоев Х.

Ведущая организация: Таджикский Государственный
Национальный Университет.

Защита состоится "24" мая 2000 года
в 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного Совета
К.013.02.02 при Институте химии им. В.И.Никитина
АН Республики Таджикистан по адресу:
г. Душанбе, ул. Айни 299/2. E-mail: guli@academy.td.silk.org
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Института химии им.В.И. Никитина АН Республики
Таджикистан

Автореферат разослан "22" апреля 2000 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук *Каси* Касимова Г.Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы. Необходимость повышения эффективности и производительности гетерогенных химических реакций определяет интерес к использованию методов плазменной химии.

Важно, что химические превращения в неравновесной плазме могут осуществляться преимущественно по одному выделенному механизму. При этом варьирование параметров плазмы позволяет управлять химическим процессом, направляя его по нужному каналу, и оптимизировать его энергетическую эффективность. Такое свойство плазмы открывает широкую перспективу в синтезе новых материалов с узким распределением физико-химических свойств и селективном извлечении компонентов из различного минерального сырья.

Одним из важнейших направлений в настоящее время является разработка безотходных и малоотходных ресурсосберегающих технологических процессов, обеспечивающих полное и комплексное использование сырья, экономии материальных и энергетических ресурсов, утилизацию отходов. В этом плане плазменная технология, обладающая оригинальными возможностями, может в ближайшие годы занимать передовые позиции.

Цель работы. Исследование роли атомов водорода, генерируемых в потоке плазмы в осуществлении твердофазных реакций получения мелкодисперсных полупроводниковых порошков и синтеза катализаторов на основе оксида цинка. Изыскание физико-химических и технологических основ плазмохимической переработки отработанного цинкового поглотителя и получения пигмента оксида цинка.

Научная новизна работы. Впервые показана принципиальная возможность формирования мелкодисперсных порошков селенида и теллурида цинка при бомбардировке механических смесей селена и хлорида теллура с сульфидом цинка атомами водорода. Установлено, что возникновение анионных вакансий в кристаллической решетке ZnS при бомбардировке атомами водорода стимулирует процесс диффузии атомов селена в решетку α -ZnS и непрерывное обеспечение механической смеси энергией за счет

рекомбинационных актов атомов водорода, приводит к образованию селенида цинка.

Обнаружено, что при бомбардировке механической смеси сульфида цинка и хлорида теллура атомами водорода происходит травление теллура с образованием его летучего водородсодержащего соединения. Адсорбция этих соединений на поверхности порошков α - ZnS , и наличие энергетического потенциала, связанного с тепловой и рекомбинационной энергией поступающих атомов водорода, создает благоприятное условие для протекания обменной реакции на границе фаз с образованием $ZnTe$.

Установлено, что формирование катализатора $ZnO - Al_2O_3$ протекает через образование промежуточной фазы (бемит), а увеличение продолжительности бомбардировки атомами водорода способствует возрастанию шпинельной фазы в составе катализатора.

Исследованием изотермы адсорбции двуокиси серы установлено, что наличие шпинельной фазы в составе катализатора обеспечивает его высокую активность.

Установлено влияние продолжительности механоактивации, воздействия плазменного потока, расхода плазмообразующего газа и мощности дуги на степень выхода пигмента оксида цинка при плазмохимической переработке отработанного цинкового поглотителя.

Практическая значимость работы.

- Разработан принципиально новый плазмохимический способ формирования мелкодисперсных полупроводниковых порошков;
- Разработан способ синтеза катализаторов на основе гидроксида алюминия, получаемого при переработке отходов процесса травления алюминия особой чистоты;
- Разработан способ получения пигмента оксида цинка, путем переработки отработанного цинкового поглотителя в потоке низкотемпературной плазмы.

Апробация работы. Основные результаты работы были представлены на : Международной научно практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения А.С.Сулейманова (Душанбе, 1988г.); Международном

симпозиуме "Металл-водородные системы" (Гуанджу, Китай, 1998г.); VII Международной конференции "Водородное материаловедение и химия гидридов металлов" (Кацивели, Украина, 1999г.), Международной конференции "Горные регионы Центральной Азии. Проблемы устойчивого развития" (Душанбе, 1999г.); Научно-практической конференции памяти С.С.Сатбаева (Душанбе, 1999г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе: 4 научные статьи, 6 тезисов докладов и информационный листок.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 114 страницах машинописного текста, содержит 1 таблицу, 23 рисунка, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и списка литературы из 123 библиографических названий и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

I. Состояние вопроса.

В последние годы высокотемпературная плазма нашла широкое применение в химической технологии и технологии обработки материалов.

Использование плазменной технологии для переработки трудновскрываемого минерального сырья, промышленных отходов, а также селективного извлечения целевых компонентов, обеспечивающих при этом комплексную и безотходную переработку, является актуальной задачей.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ АТОМОВ ВОДОРОДА В ПОЛУЧЕНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПОРОШКОВ СЕЛЕНИДА И ТЕЛЛУРИДА ЦИНКА.

2.1. Принципиальная схема, составные части и принцип работы высокочастотной плазмохимической установки.

Для генераций химически активных частиц и проведения гетерогенных химических реакций была использована высокочастотная емкостная плазмохимическая установка с внешними электродами, состоящая из следующих конструктивных узлов: водоохлаждаемый кварцевый реактор с внутренним диаметром 8×10^{-3} м; узел для очистки рабочего газа (H_2),

представляющий собой никелевый натекаль; вакуумный пост, измерительная панель; системы подачи и регулировки расхода газа, воды; устройство для перемещения технологической подложки вдоль реактора.

Плазмохимический реактор состоит из следующих зон: зона генерации атомарного водорода, включающая два внешних электрода, один из которых заземлен, а второй подключен к фидеру высокочастотного генератора ЛГД - 12. Водород после прохождения первой зоны направляется во вторую зону, состоящую из технологической подложки для загрузки обрабатываемого материала.

Степень атомизации водорода определялась использованием эффекта изменения сопротивления металлической проволоки под действием атомарного потока.

2.2. Кинетика перехода α - β модификацию ZnS при легировании селеном и получение селенида цинка

Сульфид цинка гексагональной модификации и селен марки "Экстра" в соотношении 1:2 механически смешивались в боксе, продуваемом инертным газом. Механическая смесь в количестве 3x10⁻³ кг помещалась на кварцевую подложку и подвергалась бомбардировке атомами водорода.

Для оценки фазового состава периодически через каждые 40 мин. проводился РФА продуктов реакции на "ДРОН - 1,5" в CuK_α - излучении. Уже при 40 мин. бомбардировке было обнаружено появление слабых рефлексов отражений, характерных кубической модификации сульфида цинка. На рис. 1(б, в) представлены рентгенограммы механической смеси после бомбардировки атомами водорода в течении 40 и 80 мин. соответственно. Обнаруживалось также ослабление интенсивности рефлексов отражений, характерных селену, что по-видимому, связано с частичным улетучиванием селена в виде гидридной фазы.

Гетерогенная рекомбинация налетающих из газовой фазы атомов водорода с хемосорбированными атомами водорода на поверхности ZnS генерирует в кристаллической решетке образования серных вакансий. Наличие анионных вакансий приводит к низкотемпературной диффузии атомов селена в

кристаллическую решетку α - ZnS и появление деформации сдвига ускоряет перестройку структуры сульфида цинка.

Непрерывное обеспечение механической смеси энергией за счет рекомбинационных процессов атомов водорода становится решающим фактором в образовании химической связи цинка и селена, с образованием селенида цинка. На рис. 1 (г) представлена рентгенограмма продуктов реакции после 120 мин. бомбардировки механической смеси атомами водорода. Как видно, дифрактограмма характеризуется наличием четких рефлексов отражений селенида цинка.

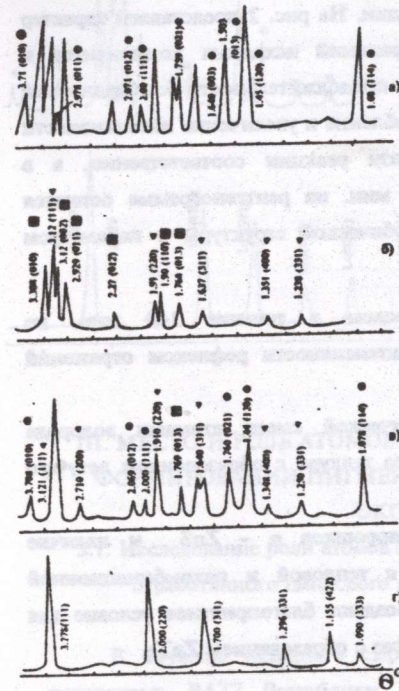


Рис1.Изменение интенсивности рефлексов отражений ZnS и селена от продолжительности бомбардировки механической смеси ZnS+Se атомами водорода (мин): О(а), 40(б), 80(в), 120(г).

● - Se; ■ - α - ZnS; ▼ - β - ZnS.

2.3. Плазмохимический метод получения мелкодисперсных порошков теллурида цинка.

Химически активные частицы, как носители энергии, характеризуются высокой мобильностью, реакционной способностью, а также способностью избирательно завершать химические реакции широко применяются в синтезе и модифицировании полупроводниковых материалов.

В настоящем разделе работы представлены результаты исследований роли атомов водорода в

осуществлении реакции образования порошков теллурида цинка и установления основных механизмов их образования.

Сульфид цинка α - модификации и хлорид теллура особой чистоты при соотношении 1:2 механически смешивались в боксе, продуваемом инертным газом. Механическая смесь в количестве $5 \cdot 10^{-3}$ кг наносилась на технологическую подложку и подвергалась бомбардировке атомами водорода.

Протекание реакции в процессе бомбардировки смеси атомами водорода оценивалось с помощью рентгенофазового и ИК - спектроскопического исследований, снимая через каждые 40 мин. бомбардировки дифрактограмму и ИК - спектры поглощения продуктов реакции. На рис. 2 представлен характер изменений интенсивности рефлексов отражений исходных компонентов и продукта реакции (ZnTe) в зависимости от продолжительности бомбардировки смеси атомами водорода. Наблюдается ослабление и увеличение интенсивности линий исходных компонентов и продукта реакции соответственно, а в результате бомбардировки в течение 180 мин. на рентгенограмме остаются лишь рефлексы, относящиеся к ZnTe кубической структуры с параметром решетки $a = 5.416 \pm 0.05 \text{ \AA}$ (рис. 2в).

При бомбардировке смеси водородом в течение 140 мин. на рентгенограмме появляются слабые по интенсивности рефлексы отражений теллура (рис. 2б).

В процессе бомбардировки механической смеси атомами водорода протекает процесс травления элементарного теллура с образованием летучего соединения H_nTe ($n=1;2$).

Абсорбция H_nTe на поверхности порошков α - ZnS и наличие энергетического потенциала, связанного с тепловой и рекомбинационной энергией поступающих атомов водорода, создают благоприятное условие для протекания обменной реакции на границе фаз с образованием ZnTe.

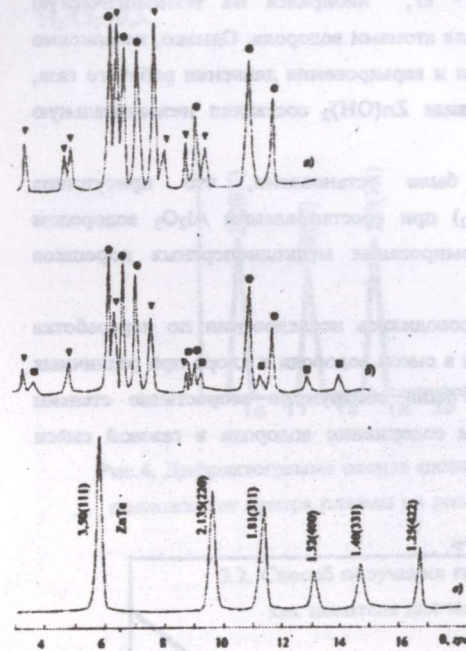


Рис.2. Изменение интенсивности рефлексов отражений α - ZnS, TeCl₂ и ZnTe от продолжительности бомбардировки механической смеси ZnS + TeCl₂ атомами водорода (мин): О(а), 140 (б), 180 (в). ▽ - TeCl₂; ● - ZnS; ■ - Te.

III. МЕСТО И РОЛЬ АТОМОВ ВОДОРОДА В ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ ФОРМИРОВАНИИ ПИГМЕНТА И КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА.

3.1. Исследование роли атомов водорода в плазмохимической переработке отработанного цинкового поглотителя и получения оксида цинка.

В качестве исходного сырья использовался отработанный цинковый поглотитель ВАТЗ Республики Таджикистан состава, в вес. %: 80(ZnO), 16(ZnS), 0,1(Zn), 0,1(PbO), 1,2(C), 0,8(H₂O), 18(S).

Предварительно отработанный катализатор измельчался в вибромельнице, в количестве $5 \cdot 10^{-3}$ кг, набирался на технологическую подложку и подвергался бомбардировке атомами водорода. Однако, независимо от продолжительности бомбардировки и варьирования давления рабочего газа, выход промежуточного продукта в виде $Zn(OH)_2$ составлял незначительную величину.

Ранее Норматовым И.Ш. было установлено, что присутствие хлорсодержащего компонента ($CaCl_2$) при восстановлении Al_2O_3 водородом существенно ускоряет процесс формирования мелкодисперсных порошков алюминия.

Основываясь на этом нами проводились исследования по переработке отработанного цинкового поглотителя в смеси водорода и хлора при различных мольных соотношениях. При этом было обнаружено возрастание степени выхода оксида цинка с увеличением содержания водорода в газовой смеси (рис.3).

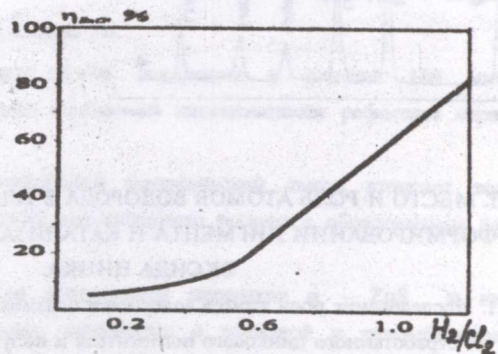


Рис.3. Зависимость выхода оксида цинка от мольных соотношений водорода и хлора в реакторе.

На рис.4 представлена дифрактограмма мелкодисперсных порошков оксида цинка, полученных при расположении подложки с отработанным

цинковым поглотителем на расстоянии $8 \cdot 10^{-2}$ м. от центра плазмы и $H_2:Cl_2=0,5$.

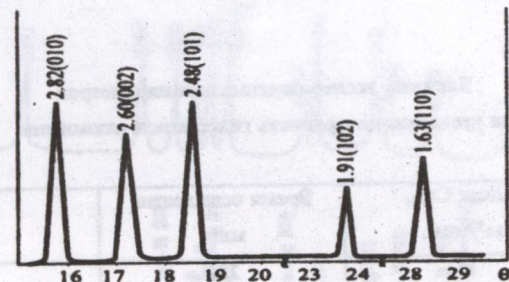


Рис.4. Дифрактограмма оксида цинка, полученная при расположении подложки от центра плазмы на расстоянии $8 \cdot 10^{-2}$ м и $H_2/Cl_2 = 0.5$.

3.2. Способ получения гидроксида алюминия, как носителя для нанесения катализаторов.

Целью настоящего раздела является разработка технологического процесса получения гидроксида алюминия путем использования отходов технологической линии получения алюминия особой чистоты.

Раствор, отходы травления алюминиевых слитков особой чистоты в едком натре в количестве 5000 мл. набирался в емкость и через него пропускался углекислый газ. После образования гелеобразной массы по всему объему подача углекислого газа прекращалась, и раствор фильтровался через воронку Бюхнера. После сушки осадка на фильтре при комнатной температуре получался белый кристаллический порошок.

Испытание на подлинность $Al(OH)_3$ проводилось согласно стандарту Фармакопеи Минздрава СССР.

Следующий этап наших исследований был связан с измерением удельной поверхности мелкодисперсных порошков $Al(OH)_3$.

Исследования проводились на вакуумной установке. Скорость адсорбции азота регистрировалась с помощью электронных весов, вакуумно соединенных с реактором. В таблице представлены результаты экспериментальных исследований.

Таблица

Влияние экспериментальных параметров на удельную поверхность гидроксида алюминия.

№ опыта	Расход CO_2 , см ³ /мин.	Время осаждения, мин.	Суд, м ² /г.
1	15	284	210
2	25	252	202
3	35	180	198
4	50	130	192
5	65	95	173

3.3. Об особенностях плазмохимического получения катализаторов на основе оксида цинка и гидроксида алюминия.

В качестве носителя использовалась гидроксид алюминия, полученная по способу, описанному в 3.2.

После предварительной сушки носитель, пропитанный раствором хлорида цинка, переносился на технологическую подложку и подвергался бомбардировке атомами водорода при значениях L/d равными 15 и 30 (L - расстояние подложки до центра плазмы, d - диаметр реактора). Контроль температуры в процессе бомбардировки осуществлялся двумя независимыми хромель-алюмеловыми термопарами.

На рис.5 приведена рентгенограмма продуктов бомбардировки носителя, пропитанная хлоридом цинка атомами водорода в течение 60 мин. при $L/d=30$.

Как видно из рис.5(а) продуктами реакции являются бемит и оксид цинка. Об этом свидетельствовали также ИК - спектры поглощения, характеризуемые наличием полосы поглощения при 1080 см^{-1} , относящейся к $AlO(OH)$.

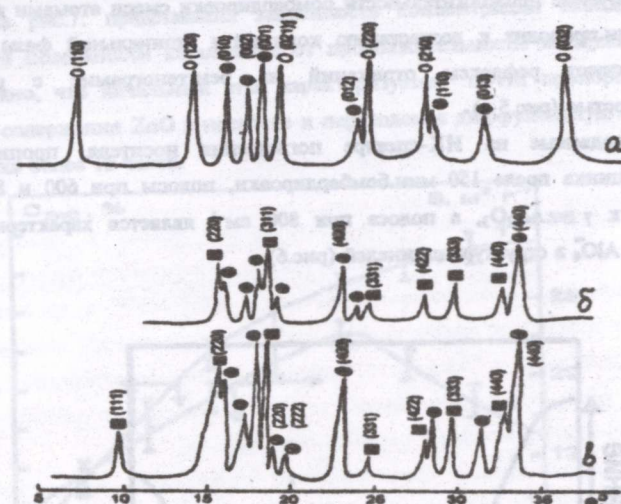


Рис.5. Дифрактограмма продуктов бомбардировки носителя с хлоридом цинка атомами водорода продолжительностью (мин): 60(а), при $L/d = 30$ и 90(б), 150(в) при $L/d=15$.
■ - $ZnAl_2O_4$; ● - ZnO ; ○ - $AlO(OH)$; ● - $\gamma - Al_2O_3$.

Индицирование рентгенограмм, представленных на рис.5 показывает образование бемита ромбической структуры с параметрами решетки: $a=4,41 \pm 0,05 \text{ \AA}$; $b = 9,41 \pm 0,05 \text{ \AA}$; $c = 2,845 \pm 0,05 \text{ \AA}$.

При увеличении количества поступающих атомов водорода и соответственно величины вносимой в обрабатываемый материал энергии, которая достигается перемещением подложки ближе к центру плазмы

(L/d=15), было обнаружено формирование новых фаз - $ZnAl_2O_4$ и $\gamma - Al_2O_3$ рис.(5 б).

Образование $\gamma - Al_2O_3$, естественно, является конечным этапом общего цикла последовательного перехода фаз: $Al(OH)_3 \rightarrow AlO(OH) \rightarrow Al_2O_3$.

Увеличение продолжительности бомбардировки смеси атомами водорода до 150 мин. приводит к возрастанию количества шпинельной фазы, о чем свидетельствуют рефлексы отражений на рентгенограмме с развитой интенсивностью (рис.5 в).

Наблюдаемые на ИК-спектре поглощения носителя, пропитанного хлоридом цинка после 150 мин. бомбардировки, полосы при 600 и 880 cm^{-1} относятся к $\gamma - Al_2O_3$, а полоса при 800 cm^{-1} является характерной для тетраэдров AlO_4 в структуре шпинелей (рис.6).

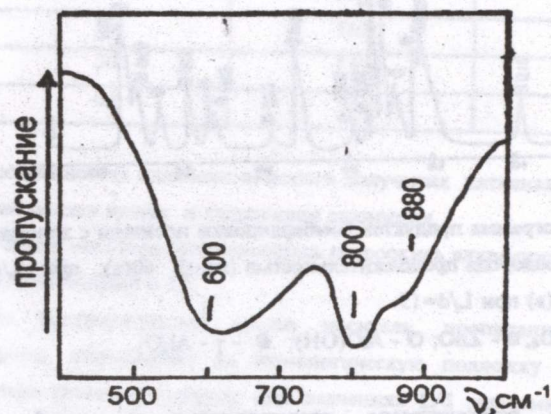


Рис.6. ИК - спектры поглощения $Al(OH)_3$ пропитанном хлоридом цинка после бомбардировки атомами водорода в течение 150 мин.

Дальнейшие исследования были связаны с установлением зависимости концентрации оксида цинка в катализаторе и удельной поверхности получаемых катализаторов от продолжительности выдержки $Al(OH)_3$ в растворе

хлорида цинка. Для этого $Al(OH)_3$ в количестве 20 г загружалась в емкость с насыщенным раствором хлорида цинка и выдерживалась в течение 4; 8; 12; 16; 18; 20 часов и после предварительной сушки подвергалась бомбардировке атомами водорода.

На рис.7. представлена зависимость концентрации оксида цинка и удельной поверхности катализатора от продолжительности выдержки. Из рис. 7(1) видно, что начальный этап характеризуется почти пропорциональным ростом содержания ZnO в носителе и переходом в диффузионную область при выдержке более 10 часов.

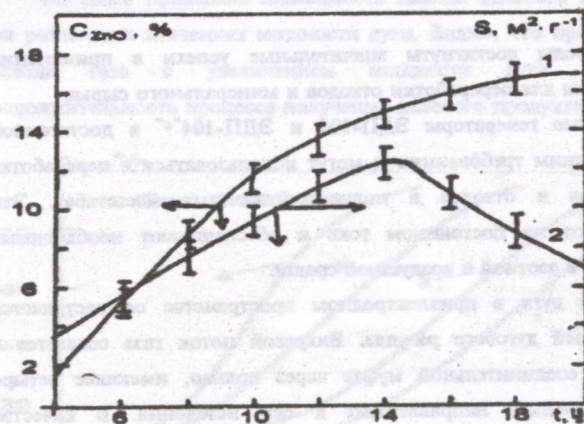


Рис.7. Влияние продолжительности выдержки на удельную поверхность (2) и содержание оксида цинка в носителе (1).

Следует отметить, что увеличение продолжительности выдержки носителя в растворе хлорида цинка не является следствием возрастания абсорбционной емкости катализатора. Из рис.7(2) видно, что удельная поверхность катализатора при 20ч выдержки не существенно отличается от соответствующего значения при 4ч выдержки носителя в растворе.

IV. РАЗРАБОТКА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТА ОКСИДА ЦИНКА.

4.1. Описание экспериментальной установки.

Создание эффективной технологии, обеспечивающей комплексное извлечение тяжелых, цветных, драгоценных и сопутствующих металлов из промышленных отходов, а также из труднообогатимого полиметаллического сырья, становится все более актуальной проблемой.

В последние годы достигнуты значительные успехи в применении плазменной технологии для переработки отходов и минерального сырья.

Плазменные генераторы ЭДП-104 и ЭДП-104"а" в достаточной мере отвечают нынешним требованиям и могут использоваться в переработке различных минералов и отходов в полупромышленных масштабах. Эти плазмотроны работают на постоянном токе и обеспечивают необходимые режимы горения дуги в азотной и воздушной средах.

Режим горения дуги в приэлектродном пространстве осуществляется вихревой стабилизацией дугового разряда. Вихревой поток газа создается с помощью камеры в соединительной муфте через кольцо, имеющее четыре отверстия, тангенциально направленных к оси истечения. В качестве источника питания использовался "АПР - 404", который обеспечивал устойчивость системы дуга-источник питания.

Использованный нами реактор имеет форму усеченного конуса, изготовленного из нержавеющей стали. В процессе плазмохимической переработки реактор охлаждается проточной водой.

Измерение температуры осуществлялось с помощью дифференциальных термопар. Для измерения расхода жидкости и газов использовались усовершенствованные расходомеры, основанные на принципе магнитной подвески.

4.2. Разработка плазмохимического способа получения оксида цинка из отработанного цинкового поглотителя.

Отработанный цинковый поглотитель после механоактивации в присутствии хлорида цинка в количестве 0,5 кг. заправлялся в плазмохимический реактор.

Исследования проводили при следующих значениях экспериментальных параметров: рабочий ток дуги 50-400 А, рабочее напряжение дуги 17-44 В, расход газа (приведенный к нормальным условиям) 90-150 м³/ч, максимальная мощность дуги 16 квт. Среднемассовая температура плазмы 600-800 К.

На рис.8 приведена зависимость выхода целевого продукта от времени при различных значениях мощности дуги. Видно, что при заданном значении расхода газа с увеличением мощности дуги резко сокращается продолжительность процесса получения целевого продукта.

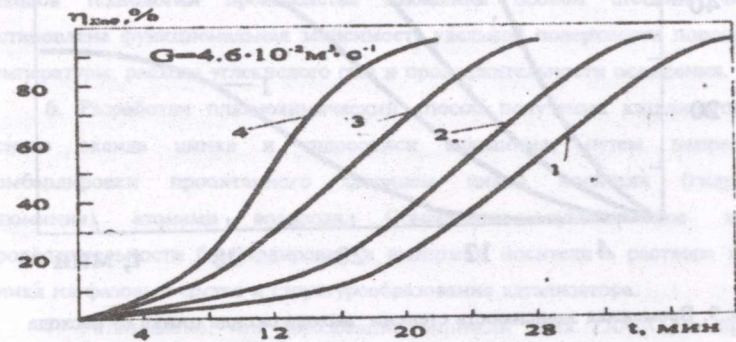


Рис.8. Зависимость степени выхода оксида цинка от продолжительности воздействия плазменного потока мощностью (кВт): 1 - 6,5; 2 - 8,2; 3 - 10,4; 4 - 12,0.

В образовании целевого продукта, наряду с распределением температуры в реакторе, существенную роль играет расход плазмообразующего газа.

На рис.9 представлена временная зависимость выхода оксида цинка от расхода плазмообразующего газа при фиксированном значении мощности дуги.

При данном значении мощности дуги, высокое значение выхода продукта достигается при расходе газа $4,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot \text{сек}^{-1}$ и дальнейшее его увеличение приводит к уменьшению выхода продукта (рис.9).

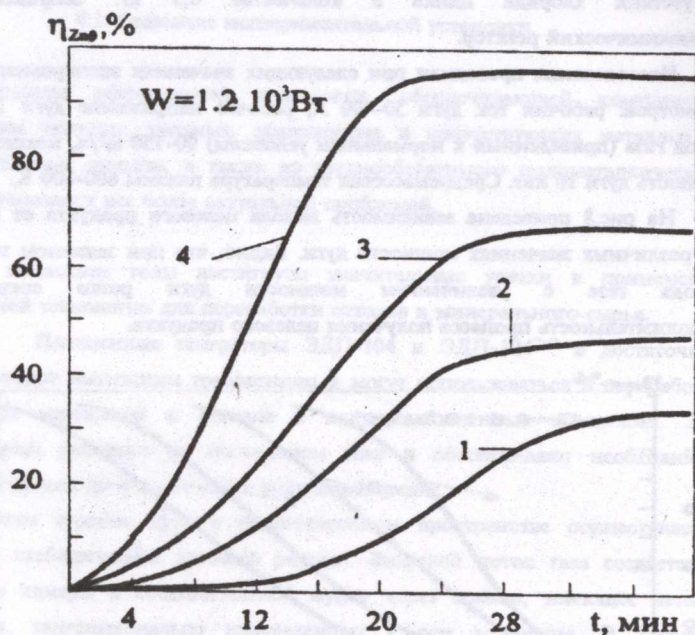


Рис.9. Временная зависимость степени выхода оксида цинка от расхода плазмообразующего газа ($\text{м}^3 \cdot \text{сек}^{-1}$): 1 - $8 \cdot 10^{-2}$; 2 - $7,4 \cdot 10^{-2}$; 3 - $6,0 \cdot 10^{-2}$; 4 - $4,6 \cdot 10^{-2}$.

Выводы

1. Впервые установлена принципиальная возможность и разработан низкотемпературный способ получения мелкодисперсных порошков селенида и теллурида цинка, путем инициирования твердофазной реакции сульфида цинка с селеном и хлоридом теллура атомами водорода.

2. Обнаружено полиморфное превращение гексагональной модификации сульфида цинка в кубическую при непрерывной бомбардировке механической смеси сульфида цинка и селена атомами водорода.

3. Установлено, что взаимодействие атомов водорода с хлоридом теллура приводит к образованию летучего водородсодержащего соединения теллура, абсорбция и химическая реакция которого с сульфидом цинка завершается формированием теллурида цинка.

4. Установлена принципиальная возможность получения пигмента оксида цинка при улавливании и термической обработке продуктов хлоридовозгонки протекающей в процессе бомбардировки отработанного цинкового поглотителя атомами хлора и водорода.

5. Разработан способ получения мелкодисперсных порошков гидроксида алюминия, как основа для формирования катализаторов с использованием отходов технологии производства алюминия особой степени чистоты. Установлена функциональная зависимость удельной поверхности порошков от температуры, расхода углекислого газа и продолжительности осаждения.

6. Разработан плазмохимический способ получения катализаторов на основе оксида цинка и гидроксида алюминия, путем непрерывной бомбардировки пропитанного хлоридом цинка носителя (гидроксида алюминия) атомами водорода. Обнаружено существенное влияние продолжительности бомбардировки и выдержки носителя в растворе хлорида цинка на фазовый состав и структурообразование катализатора.

7. Установлено, что образование шпинели типа ZnAl_2O_4 в процессе получения катализатора способствует увеличению его адсорбционной емкости.

8. Предложена принципиальная технологическая схема плазмохимического получения оксида цинка из отработанного цинкового поглотителя. Исследованием зависимостей степени извлечения оксида цинка от мощности плазмы, расхода плазмообразующего газа, температуры и продолжительности воздействия плазменного потока установлены оптимальные условия получения пигмента оксида цинка.

Основное содержание диссертационной работы изложено в следующих публикациях:

1. Идиев М.Т., Сафаров И.И., Норматов И.Ш., Мирсаидов У. Получение и исследование тонких пленок сульфида цинка// Тез.докл. Междунар.конф., посвящ. 80-летию А.Сулайманова. - Душанбе,1998. С.65.
2. Сафаров И.И., Норматов И.Ш., Идиев М.Т., Мирсаидов У.Роль водорода в твердофазной реакции получения иодида и теллурида цинка// Тез.докл. Междунар. конф., посвящ. 80-летию А.Сулайманова. - Душанбе,1998. - С.67.
3. Идиев М.Т., Бокиев О.С., Гайбуллаева З.Х., Норматов И.Ш.Изыскание возможности использования природных цеолитов Республики Таджикистан в разработке катализаторов для восстановления сернистого газа и получения элементарной серы /Сб. докл. Научно-практич. конф., посвящ. 100-летию К.С.Сатбаева. - Душанбе,1999. - С.77-80.
4. Идиев М.Т., Норматов И.Ш., Рахмонов К.А.Применение низкотемпературной плазмы для селективного извлечения элементов из промышленных отходов и минералов //Тез. докл. Междунар. конф. "Горные регионы Центральной Азии. Проблемы устойчивого развития". Душанбе,1999. С.222.
5. Идиев М.Т., Хакимова Н.У., Норматов И.Ш.Исследование роли атомов водорода в получении теллурида цинка/ Депонир. в НПИЦентре № 10(1252). - Вып.1. - 1999. - .10 С.
6. Идиев М.Т., Хакимова Н.У., Норматов И.Ш.Применение низкотемпературной плазмы для селективного извлечения элементов из промышленных отходов /Депонир. в НПИЦентре № 011(1253). - Вып.1. - 1999. - 10 С.
7. Норматов И.Ш., Идиев М.Т., Хакимова Н.У.Получение гидроокиси алюминия. - Душанбе,1999, - 2С. - (Информ. листок/ НПИЦентр, № 24-99).
8. Normatov I.Sh., Idiev M.T., Mirsaidov U., Azizov R.O.Production of Aluminum particles in Hydroden environments and theirs stabilization by organic compounds//VI Intern. Conf. "Hydrogen Materials Sci. and Chem. Metal Hydrides" - Katsively. O2 - 08. Sept.1999. Abst.book. P.47.

9. Normatov I.Sh., Mirsaidov U., Imomov A.N., Khakimova .N.U., Idiev M.T., Azizov R.O.Role of Hydrogen Atoms in the Production of Lanthanum sulfide phase//Intern. Symp. @Metal Hydrogen Systems. Fundamental and Applications@. - Hangzhou (China). 4-9 October,1998. Abst.Book. P.121.
10. Идиев М.Т., Гайбуллаева З.Х., Норматов И.Ш.Плазмохимическая переработка отработанного цинкового поглотителя и получение оксида цинка // Докл. АН РТ - 1999. - Т.42. - № 2. - С.87-91.
11. Норматов И.Ш.,Мирсаидов У.,Идиев М.Т.,Хакимова Н.У.,Сафаров И.И.Исследование роли атомов водорода в процессе плазмохимического получения оксида цинка из отработанного цинкового поглотителя // Физ. и хим. обработки материалов. - 1999. - № 3. - С.35-37.

