

**КАБАНОВ АНТОН ВИКТОРОВИЧ**

Окисление двух валентного железа в сульфатных цинковых растворах

6N0709 Metallургия

**Автореферат**

Диссертации на соискание степени магистра

Научный руководитель

К.т.н. Струнников С.Г.

Республика Казахстан

Усть-Каменогорск

2011

Работа выполнена в РГКП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

Научный руководитель (консультант) к.т. н. Струнников С.Г.

Официальный оппонент: к.т. н. Самойлов В.Н.

Ведущая организация РГКП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

Защита состоится 27 января 2011 года в 9-00 часов на заседании диссертационного совета по адресу, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19, ауд. Г-421. Факс. (87232)540-911

Автореферат разослан 12 декабря 2011 года

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГКП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

Ученый секретарь  
диссертационного совета

В.К. Манашева

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В настоящее время гидроэлектрометаллургический способ производства цинка получил в мировой практике наибольшее распространение, что объясняется его узлах очевидными преимуществами. Современные новые технологические процессы в свинцово-цинковой подотрасли (КИВЦЭТные, процессы, «Империал Смелтинг – процесс» автоклавные и другие гидрометаллургические схемы вскрытия сырья и др.) не только не устранили, а, напротив, усиливают роль электролитического осаждения цинка на завершающем этапе.

Основные показатели процессов получения цинка – выход металла по току, и расход электроэнергии, прежде всего, зависят от качества растворов. Оптимальное содержание в нем цинка, серной кислоты и ионов других примесей сопутствующих металлов, в свою очередь определяется химическим составом перерабатываемого сырья и принятой технологией выщелачивания огарка и очистки сульфатного раствора. В настоящее время число анализируемых примесей возросло. Одновременно значительно снизился верхний предел допустимых концентраций их в электролите. Это в первую очередь объясняется повышением требований к чистоте товарного металла, которая в конечном итоге и определяет возможность использования металла по тому или иному назначению, поэтому состав поступающего на электроэкстракцию цинка электролита для каждого конкретного случая специфичен и по некоторым элементам может отличаться на несколько порядков кроме того в зависимости от предприятия в электролит могут вводиться ряд поверхностно-активных веществ (ПАВ), улучшающих структуру катодного осадка металла и парализующих вредное действие некоторых примесей, а также вещества-пенообразователи для улучшения санитарных условий на рабочих местах.

Исследования, проведенные в ряде научно-исследовательских организаций показали, что большинство технико-экономических показателей процесса электроэкстракции цинка зависит от состава электролита. Реализация различных предлагаемых схем очистки электролита позволяет не только улучшить показатели процесса электролиза, но и повысить сквозное извлечение металлов из сырья, снизить расход реагентов и создать более безопасные условия труда обслуживающего персонала. В то же время попытки исследователей установить предельно допустимые содержания примесей в электролите, как правило, приводили к получению разноречивых данных, использование которых для практических целей невозможно. Разные условия проведения экспериментов и неодинаковые сочетания примесей вызывают расхождения в результатах. Теоретические исследования, как правило, верно, освещая общие закономерности влияния отдельных примесей на электроосаждение цинка, не дают достоверного ответа о допустимом содержании примесей в цинковых электролитах. Химизм, кинетика и технология гидрохимического извлечения металлов в целом изучены достаточно хорошо.

Для оценки общей термодинамической устойчивости процессов, предполагаемого механизма протекающих при этом процессов и ориентировочного распределения металлов по продуктам полезно использовать диаграммы «потенциал – рН» (диаграммы Пурбе). Они, хотя и отражают термодинамические характеристики только тех соединений, которые закладываются в расчет, могут оказаться весьма полезными для оценки устойчивости той или иной формы элементов благодаря общей наглядности общей картины. Кроме того эти диаграммы позволяют оценить возможность протекания процесса по тому или иному механизму и дать оценку возможному влиянию некоторых внешних факторов на устойчивость процесса. Принципы построения таких диаграмм изложены в курсе теории гидрометаллургических процессов. На рис. 1 и 2 приведены диаграммы, построенные для систем «железо – кислород – вода» и «цинк – кислород – вода» для следующих условий:

- Температура – 298 К (25°C)
- Внешнее давление – 101,3 кПа (1 атм)

Однако более глубокое изучение целого ряда вопросов способствовало бы уточнению физико-химических закономерностей и совершенствованию технологических процессов. Так, недостаточны термодинамические характеристики ионов, не хватает данных о растворимости соединений при повышенных температурах, особенно в присутствии комплексообразователей. В литературе отсутствуют данные по изменению окислительно-восстановительных потенциалов систем «сульфид металла – элементная сера»). В нашей работе мы использовали расчетный метод определения этой важной термодинамической величины по методу Лютера. Данные расчетов, произведенные автором, приведены в таблице 1. В ней приведены рассчитанные значения окислительно-восстановительных потенциалов для сульфидов свинца (галенита), цинка (сфалерита и вюрцита), меди, кадмия и никеля.

Как видно из приведенных теоретических расчетов при обжиге и последующем выщелачивании обожженных концентратов кислотными растворами наряду с цинком в том, или ином количестве в раствор будут переходить примеси железа, мышьяк, сурьма, медь и другие.

С целью проверки этих положений была изучена закономерность скорости окисления двухвалентного железа воздухом в водных растворах.

## **2. Методика эксперимента**

Эксперименты по определению скорости окисления железа проводились на специальной установке, позволяющей проводить быстрый отбор проб постоянного объема, схема, которой приведена на рис. 3, состоящей из термостатированной ячейки с механической мешалкой.

Эксперименты проводили по следующей методике: через ячейку в течение пяти минут продували из газометра газовую смесь заданного состава, после чего в рабочую емкость вводили исходный раствор. При этом принимали,

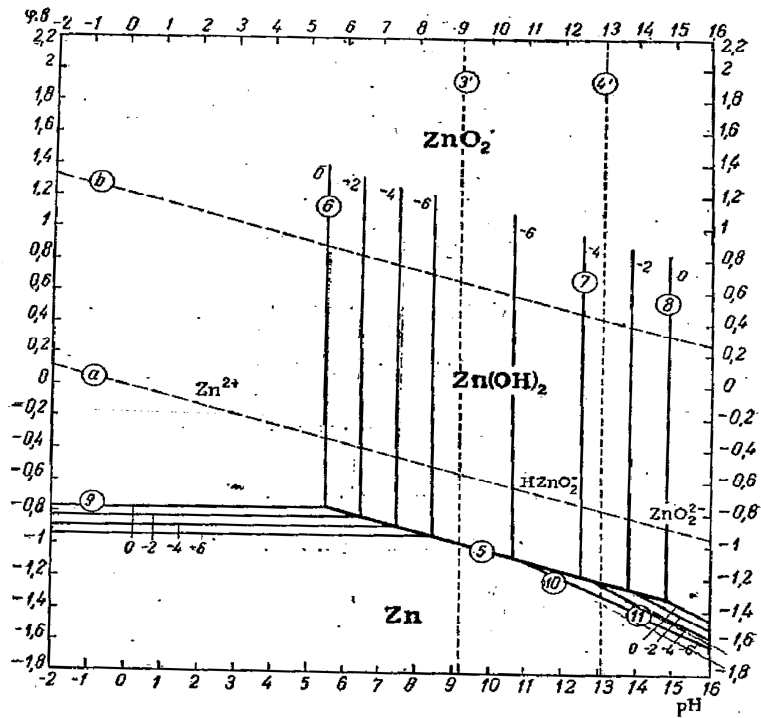


Рис. 1 – E – pH диаграмма для системы «Zn – H<sub>2</sub>O – O<sub>2</sub>»

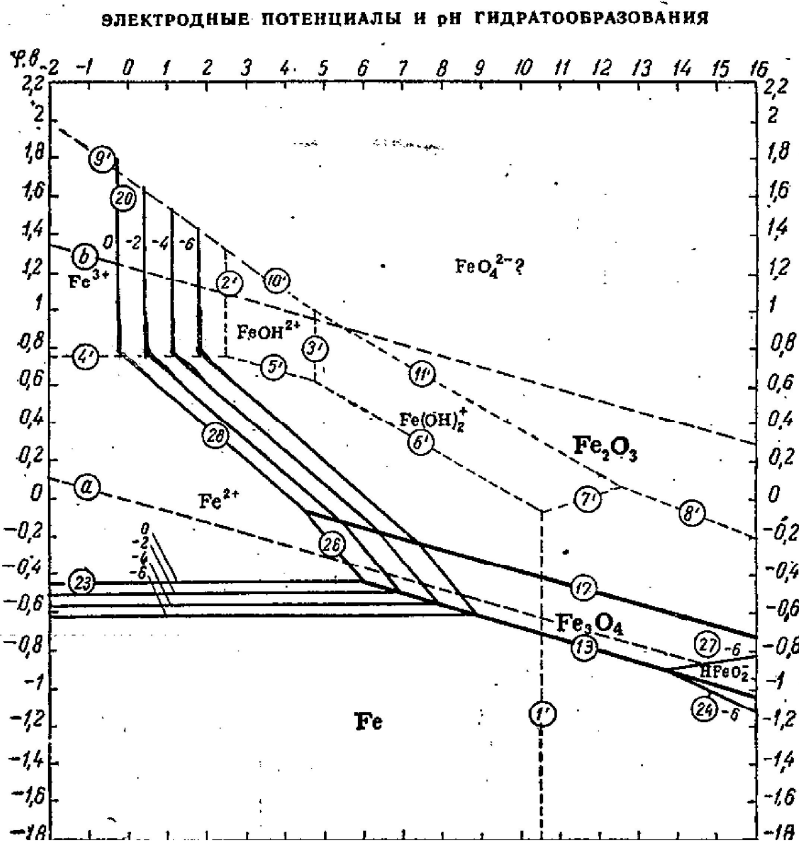
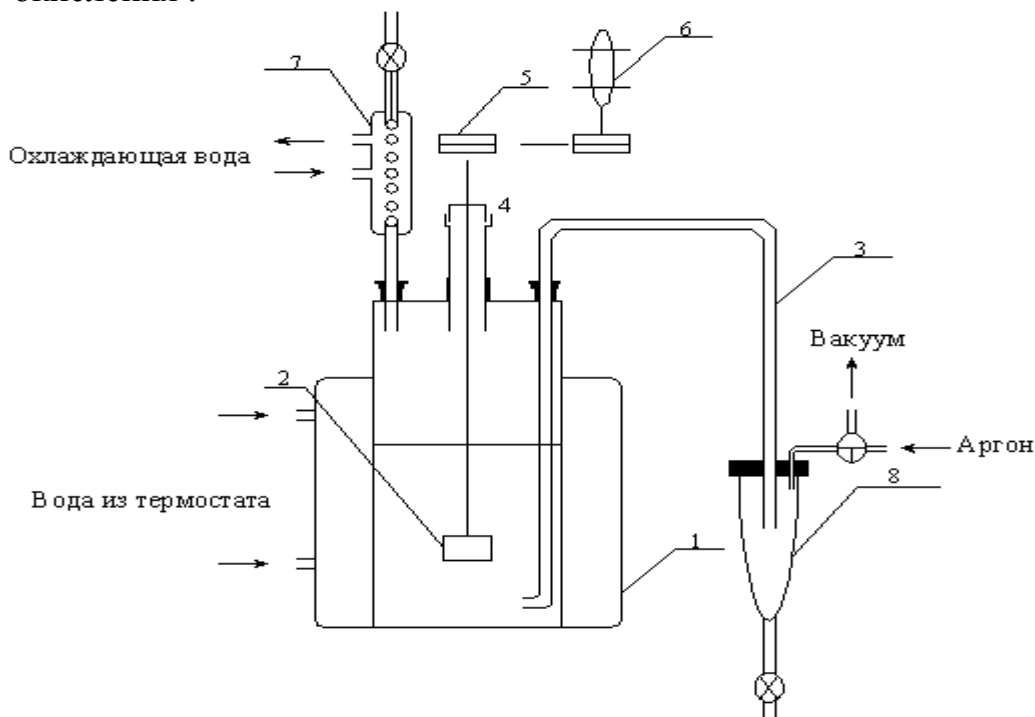


Рис. 2 – E – pH диаграмма для системы «Fe (гидротированные формы) – H<sub>2</sub>O – O<sub>2</sub>»

что выдержка установки в течение 10 мин. достаточна для достижения равновесия в системе. Для предотвращения изменения объема раствора вследствие упаривания эксперимент проводили при включенном обратном холодильнике, через который в случае необходимости вводили тот или иной реагент.

Отбор проб реакционной смеси осуществлялся переключением трехходового крана в пробоотборник. постоянство объема отбираемой пробы осуществлялось постоянной глубиной погружения трубок в пробоотборнике. Отбор пробы осуществляли в стаканы с буферным раствором. При этом принимали, что вследствие разбавления реакция в отобранной пробе прекращалась. Отобранную пробу отфильтровывали на вакуумфильтре, после чего жидкую фазу переносили в мерные колбы, разбавляли до метки и анализировали на содержание общего и трехвалентного железа по известным методам. После отбора пробы трехходовой кран возвращали в первоначальное положение и продолжали эксперимент. По результатам анализа по содержанию остаточного двухвалентного железа определяли степень его окисления.



- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. термостатированная ячейка | 5. приводной шкив       |
| 2. стеклянная мешалка        | 6. электрический привод |
| 3. газовая магистраль        | 7. обратный холодильник |
| 4. водяной затвор            | 8. пробоотборник        |

Рис. 3 Схема установки по изучению кинетики процесса окисления железа

Таблица 1 – Расчетные значения ОВП химических реакций окисления некоторых сульфидов

металл	наименование	Формула сульфида	Продукты реакции	число электронов	Реакция окисления	Изменение изобарно-изотермического потенциала
цинк	сфалерит	ZnS	$Zn^{2+}, S^0$	2	$ZnS=Zn^{2+}+S^0$	0,293
цинк	вюрцит	ZnS	$Zn^{2+}, S^0$	2	$ZnS=Zn^{2+}+S^0$	0,590
медь	ковеллин	CuS	$Cu^{2+}, S^0$	2	$CuS=Cu^{2+}+S^0$	0,615
медь	халькозин	$Cu_2S$	$Cu^{2+}, S^0$	4	$Cu_2S=2Cu^{2+}+S^0$	0,391
Медь, железо	халькопирит	$CuFeS_2$	$Cu^{2+}, Fe^{2+}, S^0$	4	$CuFeS_2=Cu^{2+}+Fe^{2+}+2S^0$	0,393
Медь, железо	халькопирит	$CuFeS_2$	$Cu^{2+}, Fe^{3+}, S^0$	5	$CuFeS_2=Cu^{2+}+Fe^{3+}+2S^0$	0,465
железо	пирит	$FeS_2$	$Fe^{2+}, S^0$	2	$FeS_2=Fe^{2+}+2S^0$	0,395
железо	пирит	$FeS_2$	$Fe^{3+}, S^0$	3	$FeS_2=Fe^{3+}+2S^0$	0,500
Железо	троилит	FeS	$Fe^{2+}, S^0$	2	$FeS=Fe^{2+}+S^0$	0,407
железо	троилит	FeS	$Fe^{2+}, S^0$	3	$FeS=Fe^{3+}+S^0$	0,528
никель	миллерит	NiS	$Ni^{2+}, S^0$	2	$NiS=Ni^{2+}+S^0$	0,178
свинец	галенит	PbS	$Pb^{2+}, S^0$	2	$PbS=Pb^{2+}+S^0$	0,385
кадмий	гринокит	CdS	$Cd^{2+}, S^0$	2	$PbS=Pb^{2+}+S^0$	0,359

Результаты экспериментов по проведению окисления железа при различных условиях приведены на рис. 5. из них видно, что скорость окисления возрастает при проведении процесса в более жестких условиях. Однако в целом это повышение незначительно.

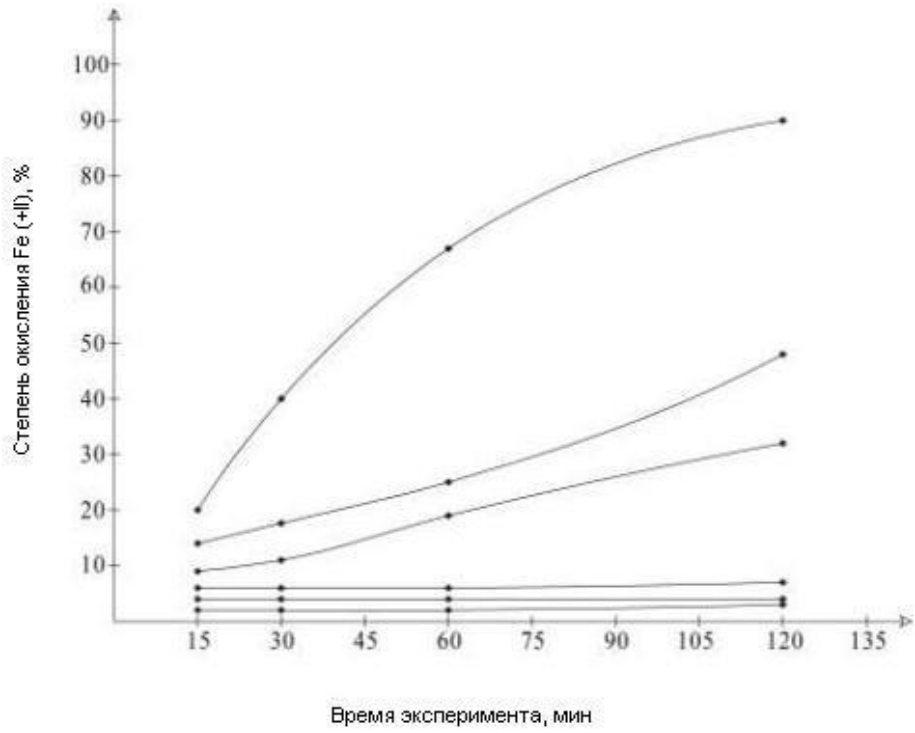
В то же время исходя из общих теоретических закономерностей следует, что при проведении процессов с нейтрализацией выделяющейся кислоты его скорость будет возрастать. В связи с этим автором был поставлен ряд экспериментов по определению скорости окисления с добавкой нейтрализаторов. Результаты экспериментов приведены в таблице

Таблица 2 - данные по степени окисления двухвалентного железа при различных реагентах

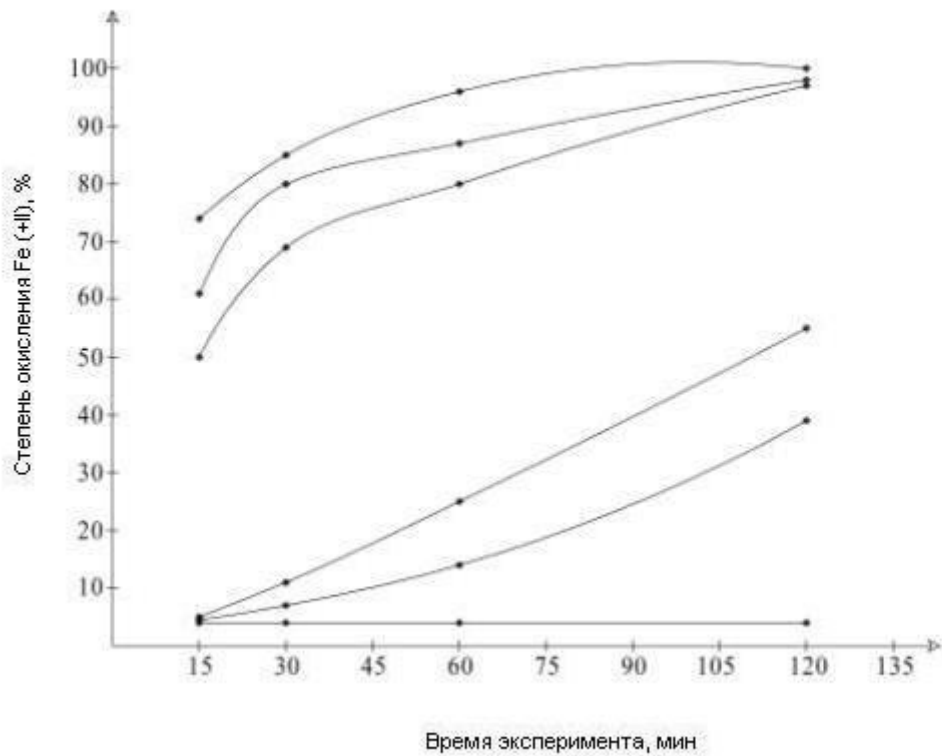
№	Нейтрализующий реагент	Кислотность раствора перед окислением, единиц рН	Степень окисления железа после часовой выдержки раствора, %
	Нет	5,2	3,8
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5,2	4,0
	NaOH	5,2	4,1
	NH <sub>4</sub> OH	5,2	10,1
	ZnO	5,2	24,5
	Цинковый огарок	5,2	26,1

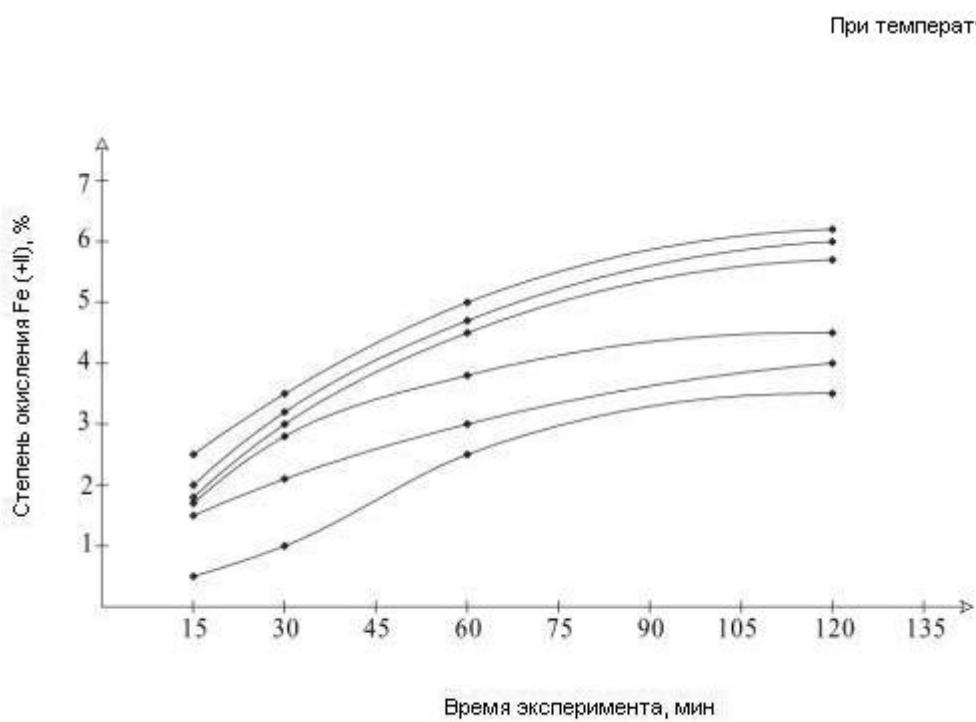
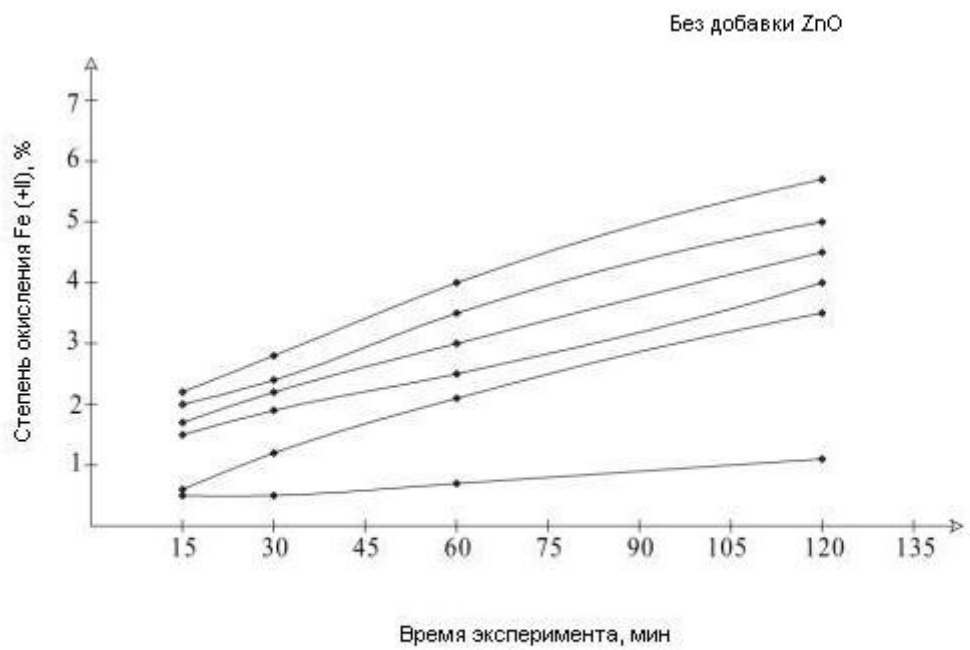
Скорость окисления железа может быть увеличена введением в раствор каталитических добавок, в качестве которых рекомендованы ионы двухвалентной меди. Возможность использования этих ионов облегчается тем, что медь всегда присутствует в исходном сырье, частично переходя в растворы при выщелачивании. Исследования в этом направлении вели по той же методике, что и в предыдущем разделе, добавляя в исходный раствор сульфат меди в виде раствора с содержанием меди 1 г в литре. Данные экспериментов приведены в таблице 3.

Добавка ZnO - 10% от веса огарка при 30 °С

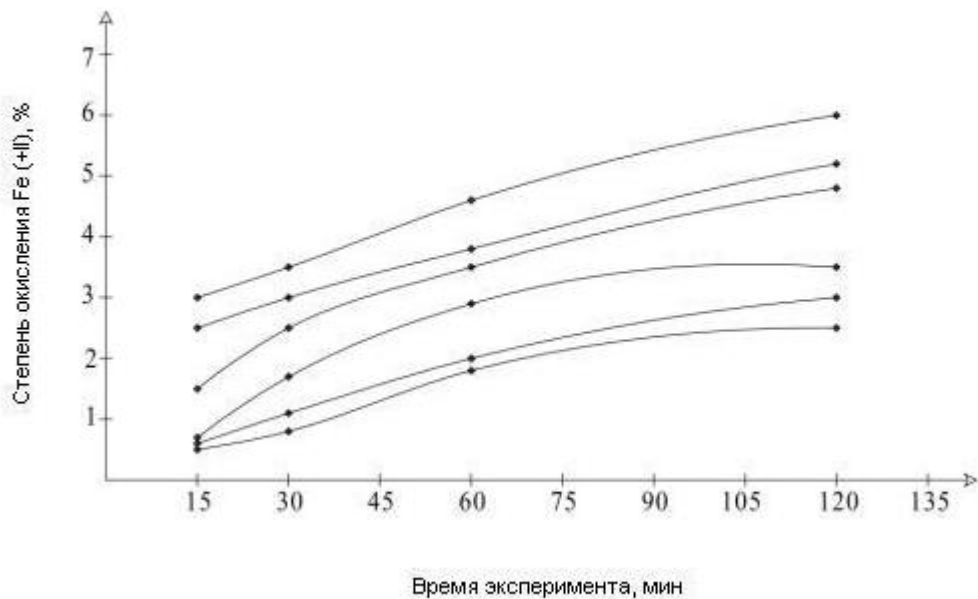


при температуре 80 °С





при температуре 30 °С



Как видно из них действительно скорость процесса возрастает в 2,5 – 5 раз. Это связано с нейтрализующим действием реагента. Добавка цинкового огарка, моделирующая проведение гидролитической очистки растворов в промышленных условиях, также заметно ускоряет окисление железа. Проведение процесса окисления железа может быть ускорено введением в пульпу добавочных количеств окислителя. Автором было проверено изменение скорости процесса путем добавок различных окислителей, в качестве которых были испытаны перекись водорода, персульфат натрия, перманганат калия, реактивный диоксид марганца, пиролюзитовый концентрат, реактивный диоксид свинца и анодный шлам после электролитического получения цинка. Количество вводимого окислителя составляло 50%, 75%, 90%, 100% и 120% от стехиометрического количества, рассчитанного по содержаниям двухвалентного железа в растворе и активного вещества в окислителе. Данные полученных экспериментов показали, что при использовании выбранных окислителей процесс окисления проходит путем наложения окисления дополнительным реагентом с окислением воздухом. Соответственно с этим рекомендуется проводить гидролитическую очистку электролита непосредственно перед употреблением раствора. В промежутке между операциями выщелачивания и гидролитической очистки окисление железа будет происходить спонтанно без затрат реагентов, что в свою очередь будет способствовать некоторой экономии реагентов и удешевлению всего процесса в целом.

Дополнительно автором была проверена возможность повышения качества очистки электролита путем проведения промежуточной фильтрации

электролита и способ известково-серной очистки от меди и железа, ранее испытанный во ВНИИцветмете. Результаты испытаний, проведенные на искусственных растворах, показали возможность глубокой очистки растворов от примесей до концентраций, практически не влияющих на основные технико-экономические показатели всего процесса получения цинка высших марок.

Таблица 3 - влияние ионов меди на скорость окисления железа

Количество введенного раствора сульфата меди	Относительная скорость окисления железа ( без введения меди – 100%)
Без введения меди	100
1 мл	277
2 мл	315
5 мл	370

Как видно, влияние ионов меди, ранее отмеченное в исследованиях, подтверждается.

Из полученных экспериментальных результатов следует, что процессы окисления железа воздухом и введением добавочных окислителей протекают практически независимо друг от друга. Как видно из рисунков, величина скачка в степени окисления железа практически соответствует доле введенного окислителя. В соответствии с этим рекомендуется введение окислителя в количестве, соответствующем стехиометрическому необходимому за 10 – 15 мин до времени начала использования раствора, т.к. до этого окисление железа будет протекать без использования реагентов и протекание этого процесса не зависит от введения в раствор дополнительных реагентов.

Правда, последнее утверждение нуждается в дополнительной экспериментальной проверке в связи с возможным разногласием между лабораторными и промышленными данными, возможно возникшими неучтенными влияниями на процесс масштабов работы. Эта проверка может быть проведена при предварительной селективной очистке из верхнего слива нейтральных сгустителей части раствора.

По результатам проведенных исследований рекомендуется с целью экономии реагентов проводить операцию реагентной очистки электролита непосредственно перед употреблением электролита, так как до этого окисление железа будет происходить спонтанно. Тем самым будет иметь место экономия затрат. Величина этой экономии зависит от длительности перерыва между циклами выщелачивания и очистки электролита.

Осаждение меди и железа вели до достижения заданного значения рН пульпы, неизменного в течение пяти минут, после чего пульпу отфильтровывали и раствор анализировали на содержание металлов по

стандартным методикам. По результатам анализа определяли степень очистки растворов и удельный расход осадителя. Данные экспериментов по осаждению примесей при различных рН раствора приведены в таблицах. Из приведенных в них данных видно, что использование известково-серного отвара для очистки цинксодержащих электролитов до  $\text{pH} = 5,3 \div 5,6$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Краткие выводы по результатам диссертационных исследований

1. Анализ литературных и патентно-информационных источников показал, что сведения о возможной полной очистке электролитов от железа без применения мер по введению дополнительных количеств окислителей отсутствуют, хотя требуемая глубина очистки не противоречит термодинамическим законам. В то же время этот анализ подтвердил наблюдаемую устойчивость в растворах обеих форм железа.

2. Показана возможность образования в растворах ионов как трехвалентного, так и двухвалентного железа за счет восстановительных свойств остаточных неокислившихся сульфидных минералов

3. Показано, что скорость окисления железа воздухом не позволяет достичь достаточной глубины очистки растворов от железа без использования дополнительных количеств окислителей или нейтрализатор. Кинетическими исследованиями окисления сульфата двухвалентного железа воздушно-кислородными смесями показана относительно низкая скорость процесса

4. Подтверждено каталитическое влияние на процесс окисления железа ионов двухвалентной меди

5. Показано, что введение в пульпу нейтрализующих соединений (сода, едкого натра, аммиака, оксида цинка или цинкового огарка) несколько ускоряет процесс окисления, причем использование цинкового огарка наиболее благоприятно сказывается на процесс.

6. Испытаны два способа повышения качества электролита для получения более высоких технико-экономических показателей процесса электроэкстракции цинка: промежуточной фильтрации электролита и известково-серной очистки.

**Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области** Проведенные исследования в области поставленных задач позволяют сделать вывод о том, что выполненная работа соответствует современному научно-техническому уровню.

Полученные результаты наметить пути совершенствования технико-экономических достижений и повышению показателей используемых процессов при дальнейших проведениях исследований в выбранном направлении

Разработанная методика проведения кинетических исследований может быть использована для получения более надежных данных при проведении изучения аналогичных гетерофазных процессов

## **Аннотация**

### **Общая характеристика работы**

Представленная магистерская диссертация изложена на \_\_\_ листах и содержит \_\_\_ таблиц, \_\_\_\_\_ рисунков, библиографический список из \_\_\_ литературных источников.

**ЦИНКОВЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ, СУЛЬФАТ ЦИНКА, ЖЕЛЕЗО, ПРИМЕСИ, ОЧИСТКА РАСТВОРОВ, ГИДРОЛИЗ, ОКИСЛЕНИЕ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, КИСЛОРОД, ОКИСЛИТЕЛИ, ИЗВЕСТКОВО-СЕРНАЯ ОЧИСТКА.**

**Актуальность исследований.** Предлагаемая работа направлена на изучение кинетики окисления ионов двухвалентного железа в производственных электролитах цинкового завода с целью определения оптимальных параметров проведения операции гидролитической очистки цинкового электролита.

Большой опыт по изучению процесса гидролитической очистки накоплен при проведении исследований имеется как в таких научных организациях, как ВНИИцветмет, Гинцветмет, УПИ, СКГМИ, так и непосредственно на предприятиях (УК СЦК. ЧЭЦЗ и др.)

Анализ источников научно-технической и патентной информации показал, что существует несколько достаточно противоречивых мнений о механизме и кинетике процессов, протекающих при гидролитической очистке электролитов. Поэтому точных рекомендаций по проведению операции нет. Отсутствуют также сведения о термодинамических условиях процесса очистки. Вместе с тем очистка растворов является достаточно длительной, и в ряде случаев может вызвать существенные задержки в проведении технологического процесса. Это подтверждает актуальность проблемы поиска оптимальных режимов.

### **Положения, выносимые на защиту:**

- Термодинамические расчеты процесса окисления железа в процессе гидролитической очистки цинковых электролитов
- Исследование влияния внешних условий проведения процесса окисления двухвалентного железа воздушно-кислородными смесями
- Исследование кинетики процессов окисления ионов двухвалентного железа в присутствии окислителей
- Проверка способов очистки цинкового электролита

**Целью магистерской диссертации** является анализ термодинамических условий процесса очистки электролитов от железа, анализ научных достижений по выбору параметров проведения операций с последующей разработкой рекомендаций по оптимизации процесса.

**Объектом исследований** являются растворы сульфатов цинка и железа с достаточной точностью моделирующие производственные цинковые электролиты.

**Основными методами исследований** являются:

- моделирование растворов цинкового производства;
- моделирование процесса окисления двухвалентного железа, как воздухом, так и воздушно-кислородными смесями;
- изучение процесса окисления при введении в пульпу дополнительных количеств окислителей;
- изучение возможности известково-серной очистки электролита.

**Научная новизна и ценность работы** состоит в том, что:

- проведен термодинамический анализ процесса окисления ионов двухвалентного железа, показана область оптимальных значений кислотности растворов;
- проведены кинетические исследования процесса окисления железа;
- проверена возможность известково-серной очистки растворов до значений концентраций примесей, практически не влияющих на технико-экономические показатели дальнейшей электроэкстракции цинка.

**Практическая ценность** работы заключается в том, что выданы рекомендации по оптимальному ведению процесса очистки производственных растворов с возможностью сокращения расходов реагентов и повышению качества цинкового электролита.

Во введении обосновывается актуальность темы, определены цель, объект и предмет исследований, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассматриваются теоретические основы условия процессов окисления железа в водных растворах, термодинамическое влияние внешних условий на скорость окисления. Показано влияние железа на основные технико-экономические показатели процесса электроэкстракции цинка на цинковых заводах бывшего СНГ, проведен анализ источников научно-технической информации и патентной литературы. На основании анализа выбраны основные задачи исследований, пути их решения и направленность технологических испытаний.

Во второй главе исследовано влияния основных технологических условий процесса окисления ионов двухвалентного железа на скорость окисления воздушно-кислородными смесями. Приведены данные по изучению влияния добавок некоторых окислителей на скорость проведения процесса окисления железа, на основании которых разработаны рекомендации по снижению эксплуатационных расходов при проведении процесса гидролитической очистки растворов

В третьей главе приведены данные по проверке влияния некоторых мероприятий по повышению качества цинковых электролитов.

В заключение диссертации изложены основные выводы и предложения.

## **Annotation**

### **General characteristic of work.**

Submitted master's dissertation is stated on \_\_\_ sheets and contains \_\_\_ tables, \_\_\_ figures, and the bibliographic list from \_\_\_ references.

ZINC ELECTROLIT, SULFATES OF ZINC, IRON, IMPURITY, CLEARING OF SOLUTIONS, HYDROLYSIS, OXIDATION, THE THERMODYNAMIC ANALYSIS, OXYGEN, OXIDIZERS, LIME-SULFURIC CLEARING.

**Urgency of researches.** Offered work is directed on studying of kinetics oxidations of ions of bivalent iron in industrial electrolytes of zinc factory with the purpose of definition of optimum parameters of carrying out of operation hydrolytic clearing of zinc electrolyte.

Wide experience on studying process hydrolytic clearing is saved up at carrying out of researches is present as in such scientific organizations as ВНИИЦВЕТМЕТ, Гинцветмет, УПИ, СКГМИ, and it is direct at the enterprises (УК СЦК. ЧЭЦЗ, etc.).

The analysis of sources of the scientific and technical and patent information has shown, that there are a little bit enough inconsistent opinions on the mechanism and kinetics the processes proceeding at hydrolytic clearing of electrolytes. Therefore exact recommendations on carrying out of operation are not present. There are no also data on thermodynamic conditions of process of clearing. At the same time clearing of solutions is enough long, and in some cases can cause essential delays in carrying out of technological process. It confirms an urgency of a problem of search of optimum modes.

### **Positions were born on protection:**

- Thermodynamic calculations of process of oxidation of iron in process hydrolytic clearing of zinc electrolytes
- Research of influence of external conditions of carrying out of process of oxidation of bivalent iron by air-oxygen mixes
- Research kinetics processes of oxidation of ions of bivalent iron at the presence of oxidizers
- Check of ways of clearing of zinc electrolyte

**The purpose of master's dissertations** is the analysis thermodynamic conditions of process of clearing of electrolytes from iron, the analysis of scientific achievements at the choice of parameters of carrying out of operations with the subsequent development of recommendations on optimization of process.

**Object of researches** are solutions of sulfates of zinc and iron with sufficient accuracy modeling industrial zinc electrolytes.

**The basic methods of researches are:**

- Modeling solutions of zinc manufacture;
- Modeling process of oxidation of bivalent iron as air, and air-oxygen mixes;
- Studying process of oxidation at introduction in a pulp of additional quantities of oxidizers;
- Studying an opportunity of lime-sulfuric clearing electrolyte.

**Scientific novelty and value of work** will be, that:

- The thermodynamic analysis of process of oxidation of ions of bivalent iron is lead; the area of optimum values of acidity of solutions is shown;
- Kinetic researches of process of oxidation of iron are lead;
- The opportunity of lime-sulfuric clearing of solutions up to values of concentration of the impurity which are practically not influencing technical and economic parameters further electroextraction of zinc is checked up.

**Practical value of work** consist that recommendations on optimum conducting process of clearing of industrial solutions with an opportunity of reduction of charges of reagents and are given to improvement of quality of zinc electrolyte.

**In introduction** the urgency of the theme is proved, the purpose, object and subject of researches, and also the positions which are born on protection are determined.

**In the first chapter** theoretical bases of a condition of processes of oxidation of iron in water solutions, thermodynamic influence of external conditions on speed of oxidation are considered. Influence of iron on the basic technical and economic parameters of process electroextraction zinc at zinc factories of the former CIS is shown; the analysis of sources of the scientific and technical information and the patent literature is lead. On the basis of the analysis the primary goals of researches, ways of their decision and an orientation of technological tests are chosen.

**In the second chapter** it is investigated influences of the basic technological conditions of process of oxidation of ions of bivalent iron on speed of oxidation by air-oxygen mixes. The data on studying influence of additives of some oxidizers for speed of carrying out of process of oxidation of iron on the basis of which recommendations on decrease in working costs are developed at carrying out of process hydrolytic clearing of solutions are resulted.

**In the third chapter** the data on check of influence of some actions on improvement of quality of zinc electrolytes are resulted.

**In conclusion** of the dissertation the basic conclusions and offers are stated.

## **Жұмыстың жалпы сипаттамасы.**

Ұсынылып отырған магистрлік диссертация \_\_\_ беттен тұрады, мұнда \_\_\_ кесте, \_\_\_ сурет келтіріліп, библиографиялық тізім \_\_\_ әдебиет көздерінен тұрады.

**Басты сөздер:** Мырыштық электролит, мырыш сульфаты, темір сульфаты, қоспалар, ерітінділерді тазарту, гидролиз, тотығу, термодинамикалық анализ, оттегі, тотықтырғыштар, әкті-күкіртті тазарту.

**Зерттеулер өзектілігі.** Ұсынылып отырған жұмыс мырыш электролиттерін гидроликалық тазарту операциясын жүргізудің қолайлы көрсеткіштерін анықтау мақсатында мырыш зауыттарындағы өндірістік электролиттердегі екі валентті темір иондарының тотығу кинетикасын зерттеуге бағытталған.

Гидроликалық тазарту үрдісін зерттеу бойынша үлкен тәжірибе ВНИИцветмет, Гинцветмет, УПИ, СКГМИ тәрізді ғылыми мекемелердің, сонымен қатар тікелей өнеркәсіптердің де (УК СЦК, ЧЭЦЗ және т.б.) жүргізген жұмыстарымен жинақталған.

Ғылыми-техникалық және патенттік ақпараттардың анализі электролиттерді гидроликалық тазарту кезінде жүретін үрдістердің механизмі және кинетикасы жайлы бірқатар қарама-қайшы пікірлердің бар екендігін көрсетті. Осыған байланысты операцияны жүргізу бойынша нақты ұсыныстар жоқ. Сонымен қатар тазарту үрдісінің термодинамикалық жағдайы туралы да мағлұматтар жоқ. Сонымен бірге ерітінділерді тазарту айтарлықтай ұзақ және кейбір жағдайларда технологиялық үрдісті жүргізуде біршама тежелулер туғызуы ықтимал. Бұл қолайлы жағдайларды іздестіру мәселесінің өзектілігін дәлелдейді.

### **Қорғауға шығарылатын тұжырымдамалар:**

- Мырыш электрлиттерін гидроликалық тазарту үрдісінде темірдің тотығу үрдісінің термодинамикалық есептеулері;
- эквивалентті темірдің ауа-оттегілік қоспалармен тотығу үрдісінің жүруіне сыртқы жағдайлардың әсерін зерттеу;
- эквивалентті темір иондарының тотықтырғыштар қатысында тотығу үрдісінің кинетикасын зерттеу;
- мырыш электролиттерін тазарту әдістерін тексеру.

**Магистрлік диссертацияның мақсаты** – электролиттерді темірден тазарту үрдісінің термодинамикалық жағдайының анализі, соңынан үрдісті ұтымдыландыру бойынша ұсыныстар құрастыра отырып, операцияны жүргізу көрсеткіштерін таңдау бойынша ғылыми жетістіктердің анализін жүргізу болып табылады.

**Зерттеу объектісі** – жеткілікті дәлдікпен өндірістік мырыш электролиттерін модельдейтін мырыш және темір сульфаттары ерітінділері болып табылады.

Негізгі зерттеу әдістері келесілер:

- мырыш өндірісінің ерітінділерін модельдеу;
- эквивалентті темірдің ауамен, ауа-оттегілік қоспалармен тотығу үрдісін модельдеу;
- қойыртпаққа қосымша тотықтырғыштар мөлшерін қосу кезіндегі тотығу үрдістерін зерттеу;
- электролитті әкті-күкіртті тазарту мүмкіндіктерін зерттеу.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы және құндылығы:**

- эквивалентті темір иондары тотығу үрдісінің термодинамикалық анализі жүргізіліп, ерітінділер қышқылдылығының тиімді мәндер аймағы көрсетілген;
- темір тотығуы үрдісінің кинетикалық зерттеулері жүргізілген;
- ерітінділерді ондағы қоспалар концентрациясының кейін мырыштың электрлік экстракциясының техника-экономикалық көрсеткіштеріне әсер етпейтіндей шамасына дейін әкті-күкіртті тазарту мүмкіндігі тексерілген.

**Іс-тәжірибелік құндылығы** реагенттер шығынын азайту және мырыштық электролиттің сапасын арттыру мүмкіндіктерімен қатар өндірістік ерітінділерді тазарту үрдісін тиімді жүргізу бойынша ұсыныстар берілуіне келіп саяды.

Кіріспеде тақырыптың өзектілігі негізделіп, мақсаты, зерттеу объектілері мен бағыттары, сонымен қатар қорғауға шығарылатын тұжырымдамалар анықталады.

Бірінші тарауда сулы ерітінділердегі темірдің тотығу үрдістері негізгі жағдайларының теориялық негіздері, сыртқы жағдайлардың тотығу жылдамдығына термодинамикалық әсері қарастырылады. ТМД мырыш зауыттарындағы мырыш электрлік экстракциясы үрдісінің негізгі техника-экономикалық көрсеткіштеріне темірдің әсері көрсетіліп, ғылыми-техникалық ақпарат пен патенттік әдебиеттер көздерінің анализі жүргізілген. Анализ негізінде зерттеудің негізгі мәселелері және оларды шешу жолдары, технологиялық сынақтардың бағытталуы таңдалды.

Екінші тарауда эквивалентті темір иондары тотығу үрдісі негізгі технологиялық жағдайларының ауа-оттегілік қоспалармен тотығу жылдамдығына әсері зерттелген. Кейбір тотықтырғыштар қоспасының темір тотығуы үрдісін жүргізу жылдамдығына әсерін зерттеу бойынша мәліметтер келтірілген, олардың негізінде ерітінділерді гидролитикалық тазарту үрдісін жүргізудегі пайдалану шығындарын азайту бойынша ұсыныстар құрастырылған.

Үшінші тарауда мырыш электролиттерінің сапасын арттыру бойынша кейбір шаралар әсерлерін тексеру бойынша мәліметтер келтірілген.

Диссертацияның қорытындысында негізгі тұжырымдамалар мен ұсыныстар жазылған.