



Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
РАБОТЫ**

**Направление  
подготовки**

**22.04.02 Metallurgy**

**Название магистерской  
программы**

**Внедрение инновационных технологий на  
металлургических предприятиях**

**Уровень высшего образования**

**Магистратура**

*(бакалавриат, специалитет, магистратура)*

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Коллектив разработчиков:

№ п/п	ФИО	Уч. степень, уч. звание
1	Жуков В.П.	Д-р. техн. наук , профессор
2	Скопов Г.В.	Д-р. техн. наук , профессор
3	Лебедь А.Б.	Д-р. техн. наук , профессор
4	Мастюгин С.А.	Д-р. техн. наук , профессор
5	Агеев Н.Г.	канд. техн. наук , профессор

## **1. ОБЩАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

### **1.1 Постановка задачи, выбор темы, и определение структуры плана КНИР**

В основе формулируемой задачи исследования лежат исходные требования к характеристике сырья, которая включает следующие сведения:

- в пирометаллургии: состав (химический, вещественный, ситовой); содержание ценных (вредных) компонентов и примесей; физические свойства (крупность, влажность).
- в гидromеталлургии: форма и размер частиц твёрдого материала, солевой фон, данные о рН, плотность, вязкость растворов, пульпы и т.д.

Постановка задачи является основой для определения направления исследования, предварительной темы и структуры плана НИР. От правильно поставленной задачи зависит объем эксперимента и качество полученных результатов.

Как правило, тематика научно-исследовательской работы привязывается к тематике, выполняемых хозяйственных работ кафедры.

Тематика исследовательской работы должна быть актуальной и направлена на решение конкретных задач в цветной металлургии:

- создание эффективной технологии переработки нового вида сырья или отходов;
- совершенствование существующей технологии;
- разработку нового аппарата;
- оценку возможности применения известных способов или аппаратов по новому назначению;
- создание технологии комплексной переработки сырья с учетом ресурсо-, энергосбережения и охраны окружающей среды.

Решение данных задач возможно на основе информации о физико-химических закономерностях изучаемого процесса и в частности, механизма отдельных превращений, их термодинамических и кинетических особенностей.

Структурно план НИР может состоять из следующих этапов:

- выбор объекта исследования (технологического процесса, схемы производства);
- обзор литературных источников;
- выбор основного и вспомогательного оборудования, измерительных приборов;
- выбор метода исследования;
- выбор метода моделирования исследуемого процесса;
- подготовка плана и проведение исследования на основе: анализа состава сырья, изучения степени превращения исходных компонентов в продукт заданного качества, изучения скорости процесса (производительности), исследования экологических факторов, энерго- и ресурсосбережения;
- анализ экономических показателей (себестоимость, извлечение, трудозатраты);
- корректировка темы и плана исследования (при изменении направления поисковых исследований по результатам первых опытов, при расширении области исследования, при

ограниченных ресурсах и т.д.). Тема и план исследования могут корректироваться как в процессе НИР, так и после каждого этапа (семестра);

- обработка полученных результатов с помощью пакетов прикладных программ;
- выбор структуры отчета НИР.

## **1.2. Работа с научной литературой и принципы подготовки литературного обзора**

Выбранное направление исследования и предварительно сформулированная тема НИР, является основой для работы с научно-техническими источниками информации, с целью их систематизации и критического анализа, выбора методов исследования для решения поставленной задачи, краткого изложения опубликованных данных по изучаемому вопросу.

Источниками научно-технической информации являются книги, периодические журналы, сборники трудов, специальные виды технических изданий (стандарты, патенты, каталоги, информационные листки), неопубликованная документация (отчеты о НИР, диссертации, депонированные рукописи).

Литература, используемая для исследования, условно делится на монографическую и журнально-патентную. В первой содержатся сведения обобщающего характера. Журналы и патенты несут оперативную информацию и имеют специфическую направленность. При работе с литературой следует учитывать тот факт, что объем научно-технической информации удваивается через 40-50 лет, а объем литературы, несущий эту информацию, увеличивается в 4-5 раз интенсивнее, особенно в последнее время благодаря информационным технологиям. Для отбора интересующей информации необходимо ориентировочно определить хронологические границы поиска: выбор стран, в которых проводятся аналогичные работы; анализ патентов, использование алфавитных, предметных и систематических каталогов; использование реферативных журналов, в которых публикуются рефераты, аннотации, библиографические описания статей, изобретений, сборников, монографий. Каждый сводный том реферативного журнала имеет номер, а выпуск сводного тома – индекс, например, выпуск «Металлургия цветных и редких металлов» в общей классификации имеет индекс 15Т. Издательский индекс (номер реферата) состоит из очередного номера сводного тома (выпуска), буквенного шифра данного выпуска и порядкового номера реферата.

*Пример поиска информации в реферативном журнале:*

*- номер 10Г271 означает, что реферат находится в 10-м номере журнала в выпуске Г и является по порядку 271-м. Иногда добавляют буквенные индексы, характеризующие вид публикации: книги - К (например, 1А15К); новые журналы - Ж, авторефераты диссертаций - Д; патентные описания - П; стандарты - С; депонированные рукописи - ДЕП. Расшифровка сокращений, допускаемых в РЖ, дается ежегодно в начале первого номера.*

Реферативная информация ВИНТИ издается в количестве 98 выпусков; они выходят ежемесячно, систематизированы и скомплектованы в достаточно узких по тематике сериях, что существенно упрощает поиск. ВИНТИ готовит также информационное издание - «Сигнальная информация» (СИ), которая включает информацию за определенный отрезок времени. Это - библиографический указатель, в котором описания систематизированы по рубрикам. Каждый выпуск СИ содержит авторский и патентный указатель. Обзоры «Итоги науки и техники» - серия «Металлургия» являются достаточной полным научным обобщением и систематизацией достижений в отдельных отраслях металлургии. Этот обзор составляется на основе рефератов, опубликованных в РЖМет за несколько лет. Реферативное издание «Экспресс-информация» содержит расширенные рефераты статей научных докладов, наиболее важных и интересных в качестве прикладной информации.

Широкие возможности для поиска необходимой информации в настоящее время представляет использование «Интернет-ресурса». В частности, научная электронная библиотека ELIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн. научных статей и публикаций. На платформе ELIBRARY.RU доступны электронные версии более 2200 российских научно-технических журналов, в том числе более 1100 журналов в открытом доступе. Имеются и другие электронные поисковые системы, позволяющие получить необходимую информацию не только в Российских, но и зарубежных изданиях. Удобство электронной поисковой системы состоит в том, что можно оперативно получить необходимую литературную ссылку по ключевым словам, что фактически обеспечивает банк информации по интересующей исследователя тематике. В настоящее время «Интернет» фактически является монопольной системой поиска литературных данных.

В процессе работы с выбранными литературными источниками необходимо придерживаться определенных правил их описания, что в дальнейшем упростит составление обзора литературы. Ссылки на библиографический источник обычно нумеруют в порядке их упоминания в тексте; номера ссылок проставляют в квадратных скобках. Оригинальные иностранные источники описывают аналогично русским, но на языке оригинала (англ., нем. и др.).

Литературный обзор следует начинать с введения, в котором должны быть обоснованы цель и актуальность изучаемого вопроса. Основное содержание обзора носит аннотированный и критический характер с акцентированием внимания на интересующий вопрос; недопустимо простое цитирование источников, хотя отдельные цитаты, наиболее полно и точно отражающие ту или иную мысль автора, приводить можно. После изложения концепции автора необходима ссылка на источник, к примеру: «Другими авторами получен вывод о невозможности протекания этой реакции [27]». Если есть несколько источников с общей точки зрения, то нужно ее сформулировать и сделать ссылки на эти источники.

В конце обзора следует дать краткое заключение и конкретное содержание своего исследования.

Объем обзора литературы не должен превышать 15 - 20% от объема отчета НИР.

### **1.3. Методика выбора и характеристика основного, вспомогательного оборудования и измерительных приборов. Методы измерений**

Инструментальной задачей исследуемого процесса является подбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки и ее монтаж.

Выбор аппаратуры следует начинать с оценки выпускаемых или широко используемых несерийных агрегатов. В некоторых случаях возникает более сложная задача: усовершенствование известного аппарата или его адаптация к новым условиям или конструирование и испытание принципиально новых аппаратов.

При решении задачи выбора оборудования рекомендуется использовать следующую методику:

- выбор типа металлургического процесса;
- выбор места размещения рабочей установки, с учетом соблюдения правил техники безопасности;
- расчет оптимального количества основных агрегатов с учетом резерва, принципа загрузки и выгрузки, возможности автоматизации и механизации при обслуживании, заданной производительности и скорости процесса;
- выбор вспомогательного и измерительного оборудования и схемы его подключения;
- расчет (эмпирический подбор) энергетического обеспечения рабочей схемы;
- расчет (эмпирический подбор) времени непрерывной работы собранной установки;
- выбор возможности отбора проб на любом временном отрезке процесса и фиксация требуемых показателей;

- выбор места ввода реагентов в рабочее пространство (например, для исследования кинетики с участием газовой фазы: горизонтальный и вертикальный);
- выбор метода стандартизации с целью упорядочения известных или повторяющихся элементов и операций, уменьшения погрешностей получаемых результатов.

Каждый измерительный комплекс характеризуется рядом аппаратных коэффициентов, входящих в окончательные расчетные формулы. Наибольшее внимание следует уделять коэффициентам, которые могут давать максимальные погрешности (например, коэффициент заполнения реактора, межэлектродное расстояние). В процессе измерений часто возникает необходимость в проведении дополнительных, контрольных опытов для исключения или оценок побочных факторов, например, положения электрода в реакторе. Указанные особенности стандартами не оговариваются, но их учет в каждом конкретном случае позволяет повысить достоверность результатов.

Установки для пиро- и гидрометаллургических экспериментов имеют принципиальные различия.

Для первой группы большое значение имеют выбор материала для теплоизоляции, собственно реактора (тигля) и метод нагрева.

Для второй группы большое значение имеет организация перемешивания, коррозионная стойкость реактора и его термостатирование. Перемешивание пульп и растворов проводят барботированием сжатого воздуха (разновидность - аэролифт), механическими (лопастными, винтовыми, турбинными) или магнитными мешалками. Иногда при исследовании кинетики растворения, цементации используют метод вращающегося диска (электрода).

**1.3.1. Пирометаллургические процессы.** Для пирометаллургических процессов получения цветных металлов характерны высокие температуры (1000-1600°C). Исследования процессов плавки рудного, вторичного и техногенного сырья цветных металлов, взаимодействия сульфидно-оксидных, металлических, шлаковых, солевых расплавов с газовыми средами, огнеупорными материалами, изучение физико-химических свойств расплавов предполагают наличие источников высокотемпературного нагрева - металлургических печей. Основная задача лабораторных печей заключается в создании зоны равномерного нагрева в определенном ограниченном объеме и обеспечение стабильности заданного температурного режима во времени. Лабораторная печь содержит:

- источник тепловой энергии;
- камеру нагрева;
- средства управления и контроля теплового режима.

Номенклатура лабораторных печей различного назначения, отличающихся по способам нагрева, объемом и расположению рабочего пространства, контролем атмосферы и температуры, возможностью программированного нагрева, в настоящее время многообразна, но наибольшее распространение на практике получили электрические печи.

В зависимости от способа нагрева различают:

*Печи сопротивления* - муфельные, шахтные, барабанные электропечи. Преимуществом печей сопротивления является:

- достаточно легкое регулирование;
- эффективное распределение температуры в камере нагрева.

Для этих печей можно применять нагреватели различной формы. Для нагрева температур в области 1200-1600°C в качестве нагревателей используют благородные металлы, молибден, вольфрам, тантал, графит. Нагреватели из дисилицида молибдена могут работать в окислительной атмосфере до 1600°C. Данный тип печей является универсальным для изучения практически всего вида первичного рудного (сульфидного, оксидного), вторичного и техногенного сырья. При анализе восстановительных процессов наиболее эффективна печь Таммана с графитовым нагревателем.

*Индукционные печи* - тигельные печи, используемые при исследовании процессов, связанных с металлическими расплавами (сплавами).

Преимуществом индукционных тигельных печей является:

- непосредственное выделение энергии в навеске, без промежуточных нагревательных элементов;

- интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле (обеспечивает быстрое плавление материала, выравнивание температуры и концентраций в объеме расплава);

- принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении.

*Дуговые печи* - вакуумные печи, используемые для плавки в атмосфере инертного газа.

Преимуществом дуговых печей является:

- создание высокой температуры нагрева более 1600°C.

К недостаткам печи можно отнести:

- отсутствие зоны равномерного нагрева;

- использование для изучения высокотемпературных технологий, связанных с переработкой, например, тугоплавких вторичных металлов, углеродотермических плавок и пр.

Важными элементами высокотемпературного эксперимента являются вспомогательные принадлежности - тигли и лодочки, которые изготавливаются из графита, алунда, оксида бериллия, фарфора, корундиза, шамота и др.

**1.3.2. Гидрометаллургические процессы.** Для гидрометаллургических процессов в качестве основного оборудования используется реактор и перемешивающее устройство, к вспомогательному оборудованию можно отнести средства обеспечения заданных режимов (давление, состав, атмосфера, температура, дозировка реакционной смеси).

Реакторы чаще всего изготавливают из стекла, а когда требуется повышенная прочность и герметичность - из коррозионностойкой стали (типа X18H10T, OX18H9T), титана и его сплавов, а также из синтетических материалов (оргстекло, фторопласт, винипласт). Размеры и форма аппаратов в каждом случае зависят от задач, стоящих перед экспериментатором. Повышенное давление в автоклаве обеспечивается с помощью стандартных баллонов (сосудов высокого давления) объемом 40 - 55 л, рассчитанных на давление до 15 МПа. В соответствии с правилами ГОСТа баллоны окрашены в различные цвета; в зависимости от содержимого газа на них делают соответствующие надписи и наносят отличительные цветные полосы. Кроме того, на верхней части баллона нанесены клеймением значения массы баллона, рабочее давление, вместимость, даты испытаний баллона.

При необходимости в реакторе создают разрежение. Для этого применяют вакуум - насосы. Механические вакуум - насосы работают за счет периодического изменения объема в рабочей камере. Рабочей жидкостью служит масло (ВМ-1, -ВМ-2) или кремнеорганическая жидкость. Наибольшее распространение получили насосы вращательного типа, обеспечивающие разрежение до 1,5 Па (пластинчато - роторные, пластинчато - статорные и золотниковые). При длительной работе в насос попадают пары летучих растворителей и предельный вакуум уменьшается. Для предотвращения этого между реактором и насосом помещают поглотительные колонки, наполненные активированным углем, силикагелем, щелочью, вымораживающие ловушки и др.

**1.3.3. Измерительные приборы и методы измерений.** Метрологическое обеспечение предполагает научные и организационные основы, технические правила и нормы, необходимые для достижения единства и требуемой точности проведения эксперимента и измерения его результатов. Технической основой являются системы:

единиц физических величин, государственных испытаний средств измерений, поверки или метрологической аттестации средств измерений, стандартных справочных данных и др.

Для измерения температуры используется две температурные шкалы: термодинамическая шкала Кельвина, точкой отсчета которой является точка абсолютного нуля, и международная практическая шкала, нуль которой соответствует температуре замерзания воды. Следовательно, температура может быть выражена как в Кельвинах (К), так и в градусах Цельсия (°С).

Как уже отмечалось выше, физические эксперименты пирометаллургических процессов характеризуются контролем высоких значений температуры ( $> 1000^{\circ}\text{C}$ ). Во многих случаях точность ее измерения определяет погрешность всего исследования. Методы измерения температуры можно разделить на прямые (контактные, осуществляемые с помощью термопар) и косвенные (бесконтактные, оптические).

Наиболее точные замеры температуры можно получить с помощью платинородий-платиновой (ПП) термопары, состоящие из сплава (90 % Pt + 10% Rh) и чистой платины. Допустимые пределы использования ПП находятся в интервале температур  $1100\text{-}1300^{\circ}\text{C}$ , кратковременное – до  $1600^{\circ}\text{C}$ . Данный тип термопар применяют при эталонных работах для проверки других термопар. Наиболее распространенной является термопара ПР 30/6 (30 % Rh в положительном электроде и 6 % в отрицательном). Термопару можно длительно использовать при температуре до  $1600$  и кратковременно при нагреве до  $1800^{\circ}\text{C}$ . Точность измерения составляет при температуре до  $1550^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  и выше  $1550^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . К лучшим высокотемпературным термопарам (до  $2300^{\circ}\text{C}$ ) относится вольфрам - ренийевая (ВР) термопара, которую можно использовать в окислительной (кратковременно) и длительно - в вакууме и восстановительной атмосфере. Погрешность при работе с ВР до  $1500^{\circ}\text{C}$  достигает  $5^{\circ}\text{C}$ .

Оптические методы основаны на измерении излучения нагретого тела до соответствующей температуры. Наиболее удобны пирометры с исчезающей нитью, которым измеряют яркостную температуру в диапазоне  $1200\text{-}2000^{\circ}\text{C}$  с точностью  $\pm 13^{\circ}\text{C}$ .

Гидрометаллургические эксперименты проходят в широком диапазоне температур, поэтому для их измерения применяют жидкостные термометры расширения: ртутные ( $-35\text{+}350^{\circ}\text{C}$ ), спиртовые ( $-70\text{+}65^{\circ}\text{C}$ ), толуоловые ( $-90\text{+}90^{\circ}\text{C}$ ). Точность измерений зависит от диаметра капилляра, интервала измеряемых температур и для умеренных условий достигает  $\pm 0,5\text{-}1,0^{\circ}\text{C}$ . Показания термометра необходимо периодически сравнивать с показаниями эталонного термометра. Температуры от  $200^{\circ}\text{C}$  и выше измеряют обычно термосопротивлениями или термопарами. Металлические термометры сопротивления изготавливают из платины (ТСП) или меди (ТСМ) и применяют для диапазона температур от  $-200$  до  $+500^{\circ}\text{C}$ . Полупроводниковые термометры сопротивления (термисторы) - состоят из оксида меди и оксида марганца и применяются для измерения температуры от  $-200$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ .

Для регулирования температуры используют электроконтактные термометры, в которых жидкость при достижении заданной температуры замыкает и размыкает контактное устройство, управляющее нагревателем или холодильником. Рабочий контакт в капилляре термометра может быть постоянным, установленным на определенную температуру, и подвижным, перемещаемым при помощи магнитного устройства.

Термомеханический метод измерения температуры основан на изменении фазового состава, вызывающего изменение цвета или яркости свечения компонентов термоиндикаторов: этот метод используют для диапазона  $60\text{-}600^{\circ}\text{C}$ , с точностью  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ . В качестве термоиндикатора применяют термоиндикаторные карандаши из специальной пасты, термоиндикаторные краски на основе синтетических смол и термоиндикаторные бумаги. Номер марки последнего индикатора отвечает температуре перехода окраски (°С): ТБ-РО, ТБ-70, ТБ-80 и т. д.

Потенциометрические измерения концентрации (активности) выполняют при помощи индикаторных ионоселективных электродов; это могут быть электроды 1-го рода, электроды 2-го рода и мембранные. При правильном выборе электрода для той или иной

системы он обеспечивает высокую избирательность и чувствительность (до  $10^{-5}$  моль/л). Функциональной частью мембранных электродов, наиболее широко применяемых на практике, является пористая мембрана, проницаемая только для ионов одного вида. По агрегатному состоянию мембраны могут быть жидкие, пленочные и твердые, в том числе стеклянные.

Изменение ионного состава и окислительно-восстановительных свойств раствора в ходе эксперимента оценивают с помощью потенциометра. Датчик анализатора состоит из двух электродов измерительного и электрода сравнения (каломельный, ртутно-сульфатный, ртутно-оксидный или хлорсеребряный). Поскольку в качестве электрода сравнения принят нормальный водородный электрод (НВЭ;  $E_o=0$ ), значения потенциалов всех других электродов следует приводить к водородному. Потенциал насыщенного каломельного электрода относительно НВЭ равен +0,244 В, ртутно-сульфатного +0,614 В, ртутнооксидного +0,107 В, хлорсеребряного +0,201 В. Так, если в опыте получено, что потенциал какого-либо электрода относительно хлорсеребряного электрода сравнения равен +0,875 В, то после приведения к НВЭ получаем + 1,076 В; для - 0,360 В получаем аналогично - 0,159 В. В термодинамических расчетах используют значения потенциалов относительно НВЭ.

Для измерения величин рН применяют стеклянные электроды (ЭСЛ-43-07, ЭСЛ-63-07), имеющие шарообразную стеклянную мембрану, припаянную к трубочке из обычного стекла и заполненные 0.1 М НС1; с этим раствором контактирует серебряная проволока. Стеклянные электроды очень хрупки, чувствительны к щелочным растворам, что требует аккуратности в работе. Современные датчики рН, например ЭЭСК-1060 комбинированные и выполняются в одном корпусе. Перед работой электрод вымачивают и хранят в воде или в 0,1 М растворе соляной кислоты.

При потенциометрическом определении активности применяют приборы (рН-метры, иономеры), устройство которых позволяет непосредственно измерять величины рН и рХ (рХ -отрицательный логарифм активности анализируемого катиона или аниона), а также окислительно-восстановительные потенциалы растворов. Для последней цели используют платиновый электрод.

Для проведения опытов с наложением электрического тока применяют потенциостаты. Эти устройства обеспечивают стабилизированный ток на нагрузке, стабилизированный потенциал на рабочем электроде, линейное и программное изменение тока и потенциала.

Для измерения давления и разрежения используют жидкостные (ртутные) и пружинные манометры; первые отличаются простотой, точностью, пригодны для избыточного давления до 0,2 МПа и предельного разрежения 150 Па. Пружинные манометры и вакуумметры обеспечивают предел измерений 0,1 - 160 МПа. Корпуса манометров, предназначенных для измерения давления различных газов, окрашены в определенные цвета: для кислорода - в голубой, водорода - в темно-зеленый, ацетилен - в белый, для горючих газов - в красный, негорючих - в черный. Для индикации разрежения применяют термодатный манометр типа ВТ-3 (в диапазоне 0,133-665 Па). Принцип действия прибора основан на зависимости теплопроводности газа от температуры.

#### **1.4. Выбор метода исследования**

В зависимости от типа металлургического процесса существуют различные методы исследования, основанные на физико-химических принципах. Например, анализ конденсированных твердых продуктов и компонентов газовой фазы осуществляют как химическими, так и инструментальными методами.

Поскольку пирометаллургические процессы протекают в определенном интервале температур с различной интенсивностью, то наиболее эффективен неизотермический метод исследований, основанный на равномерном нагреве образца с заданной постоянной скоростью. При этом, на снимаемой термограмме удастся получить не только термические, но и термокинетические данные: определить температуру начала и окончания процесса,



тепловой эффект, характеристики скорости всего процесса, а также отдельных его стадий. Результаты, получаемые по неизотермической методике, больше соответствуют действительным условиям изучаемых процессов в металлургии, протекающих обычно при изменяющихся температурах. Вместе с тем, они позволяют получить наиболее полную картину кинетики процесса по сравнению с изотермическим экспериментом, осуществляемым со ступенчатым изменением температуры или в разных опытах при различных постоянных температурах. Позволяет фиксировать все возможные превращения при замедленном равномерном повышении или понижении температуры со скоростью 0,33 - 0,67 °C/c.

В результате становится возможным рассчитать кинетические параметры процесса или нескольких последовательных и даже частично налагающихся друг на друга процессов, в зависимости от температуры по результатам одного опыта. В этих условиях меньшее значение имеет недостаточная воспроизводимость отдельных экспериментов.

Сложности расшифровки и обработки результатов, возникающие при использовании неизотермической методики (для многоступенчатых и многостадийных процессов) преодолеваются при дополнении термического анализа измерениями других физических или физико-химических характеристик реагентов в том же опыте. Таким образом, совмещение двух или нескольких видов контроля процесса в одной экспериментальной установке и в одном эксперименте, проводимом по неизотермической методике, является в данном случае наиболее важным условием и преимуществом рассматриваемого метода.

В настоящее время наиболее распространены методы дифференциального термического анализа (ДТА), термогравиметрии с фиксацией изменения массы (ТГ) и деривативной термогравиметрии с фиксацией скорости изменения массы (ДТГ), воплощенные в специально разработанных установках, например, дериватографах (Венгрия), установках «Зегегат» (Франция) и др.

### **1.5. Выбор метода моделирования исследуемого процесса**

В каждом конкретном случае требования к установке для металлургического эксперимента могут быть различны, а трудозатраты на её разработку и изготовление нередко больше, чем на проведение эксперимента. В этой связи повышенное внимание должно уделяться выбору принципиальной схемы и конечным целям исследований.

В качестве альтернативы можно использовать моделирование, которое является достаточно хорошим помощником экспериментатора.

Моделирование позволяет воспроизводить характеристики некоторого объекта на другом материальном или виртуальном объекте, специально созданном для их изучения с определенной точностью.

В любом исследуемом объекте можно выделить ряд выходных величин, характеризующих состояние объекта (например, температура металла в печи, состав продуктов сгорания, выход металла и т.д.), и ряд входных величин, определяющих выходные величины (например, состав и расход топлива, расход воздуха или кислорода, температура разогрева печи и т.д.)

В общем случае существует множество выходных и входных величин с перекрестными связями между ними. В простейших случаях объект можно разбить на несколько автономных участков, в которых одна выходная величина определяется одной входной величиной.

Модель устанавливает связь при определенных ограничениях (начальные и граничные условия) между выходными и входными величинами.

Модели могут быть физические, математические и концептуальные (феноменологические, словесные).

В основе физического моделирования лежит теория подобия, дающая возможность сформулировать условия, при которых явления в образце и в модели будут подобными. Эти условия - определенное число инвариантов подобного преобразования, которые принято

называть числами (критериями) подобия. Критерии подобия могут быть получены, или с помощью теории размерностей, или из математического описания процессов. По результатам экспериментов на модели устанавливаются связи между безразмерными комплексами - числами подобия, что позволяет производить пересчет значений величин, полученных на модели, на значения соответствующих величин для образца. Например, изучение смешения газа и воздуха в модели промышленной горелки; изучение движения дымовых газов в печи на гидравлической (водяной) модели; исследование процесса теплопередачи теплопроводностью на гидравлической или электрической модели; изучение процесса теплопередачи излучением на световой модели и т.д.

Математическая модель - это описание объекта на математическом языке (алгебраические, дифференциальные, интегральные и др. уравнения с соответствующими начальными и краевыми условиями), позволяющее выносить суждения о параметрах (выходных величинах) объекта при проведении формальных операций над его описанием.

К основным этапам математического моделирования относятся:

- постановка задачи, уяснение цели моделирования, формулировка условий, которые влияют на достижение цели
- построение модели с учетом высказанных особенностей: выбор структуры и математическое описание.
- проверка адекватности, идентификация и верификация параметров модели по экспериментальным данным модели.

## 2. СТРУКТУРА ОТЧЕТА ПО КНИР

Результаты научно - исследовательской работы после каждого семестра оформляются в виде отчета.

Общими требованиями к отчету являются чёткость, логичность изложения материала, обязательность и убедительность аргументации, краткость и точность выводов.

### **Примерная структура отчета по КНИР.**

Отчёт об научно - исследовательской работе может включать:

- титульный лист (см. образец);
- задание (см. образец);
- реферат (см. образец);
- содержание;
- введение;
- литературный обзор и обоснование исследований;
- разделы отчёта с описанием методики исследований и результатов;
- заключение (выводы);
- список использованных источников;
- приложения.

*Реферат* - это краткое изложение содержания отчёта. После названия отчёта даются сведения об объёме отчёта, количестве иллюстраций, таблиц. Далее приводится список ключевых слов и текст, в лаконичной форме отражающий проблематику, методику исследований и результаты (установленные закономерности, условия, параметры процесса, характеристики прибора), краткие выводы относительно особенностей, эффективности, области применения полученных результатов. Оптимальный объём реферата 2/3 страницы машинописного текста.

*Содержание* - включает заголовки всех частей отчета. Должны быть указаны наименования всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование) основной части и номера страниц, на которых размещается начало структурных частей проекта. Пример оформления содержания в приложении Г.

*Литературный обзор* – первый подраздел основной части отчета – содержит материалы о современном состоянии научно-технической проблемы или вопроса, которому

посвящена работа, сформулированную цель и задачи исследования, обоснование актуальности решения проблемы, новизну намечаемого технологического или аппаратного решения.

*Основные разделы:*

- (*описание методики*) - даётся характеристика исходных веществ, материалов, растворов, способ их приготовления, подготовки к работе и методов анализа, далее приводятся схема экспериментальной установки и её краткое описание с указанием средств оперативного контроля и измерения параметров. Методика исследований должна быть обоснована и подробно описана.

- *экспериментальная часть* - в логической последовательности раскрывается термодинамический анализ изучаемых систем, содержание выполненных опытов, условия их проведения и полученные результаты, оценку их точности и достоверности, сравнение с рассчитанными теоретически. Отрицательные результаты опытов также описываются в логической последовательности.

- *выводы* - в краткой форме должны отражать основные результаты, оценку технологической и технико-экономической эффективности. Если подсчёт экономического эффекта затруднён или невозможен, можно указать народнохозяйственную, экологическую, научную или социальную ценность работы. Обычно результатами работы, указанными в выводах, могут быть:

- новые данные о процессах, аппаратах;
- научные основы новых процессов;
- новый метод или принцип исследования;
- инструкции, рекомендации, методики;
- опытные образцы изделий, продуктов;
- новые технологические процессы, схемы, режимы;
- внедрение в производство выполненных ранее научных разработок.

- *заключение* - обобщение всей работы. В данном разделе необходимо еще раз отметить актуальность темы, конкретные цели работы, объект исследований, полученные результаты и перспективы дальнейших исследований.

- *список использованных источников* - содержит перечень всех литературных источников, использованных при выполнении НИР. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте, нумеровать их арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Примеры библиографического описания источников приведены в образце.

- *приложения* - продолжение отчета на последующих его страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. В приложения следует включать вспомогательные материалы, не вошедшие в его основную часть, но необходимые для полноты изложения материала в отчете: таблицы первичных экспериментальных данных, промежуточные математические расчёты, инструкции, протоколы и акты испытаний. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки.

**Стилистика КНИР.** Большинство предложений в научном тексте начинаются не с подлежащего, а с обстоятельства или дополнения. Управляемое слово располагается в непосредственной близости от глагола, чаще после него.

Например, необходимо сказать, что количество данных, полученных в работе, недостаточно для установления механизма процесса. Подобная фраза лучше будет выглядеть так: "для установления механизма процесса полученных данных недостаточно".

В научной речи используют такие обороты:

«Подставив найденный коэффициент в уравнение (4.23), получаем .....»,

«...учитывая эти допущения, приходим к выводу .....», «Расчёт величин проводят, исходя из п. 3.2. по формуле (3.21), где ...».

При описании эксперимента лучше употреблять глаголы в прошедшем времени, причастия: «В реактор было загружено ...» или «Выщелачивание проводили в растворе соляной кислоты ...». Названия химических соединений, веществ в тексте лучше

приводить в словесной форме, а не в виде символов: «Добавлением в фильтрат раствора соляной кислоты палладий осаждали в виде транс- дихлордиаминпалладия». Допускается поясняющее написание формул.

В тексте НИР могут использоваться относительные прилагательные. Для образования превосходной степени можно рекомендовать чаще использовать слова «наиболее» или «наименее», «в большей степени» или «в меньшей степени».

Например: «Наиболее высокое извлечение серебра достигнуто при ...».

В целом изложение материала в отчёте ведут от третьего лица. Из этических соображений автор выступает во множественном числе: «электролиз мы проводили в установке ...». Очень часто в тексте приходится употреблять указательные местоимения «это, эти, этот» и т.д. Лучше чередовать данные слова с причастиями "указанный, данный, вышеприведенный" и др. Используются многие другие особенности научного языка. Уверенное им владение – это дело опыта.

## **2.1. Требования к оформлению текстовых документов**

### **Общие положения**

Объем отчета определяется спецификой НИР и объемом выполненных исследований. Рекомендуемый объем отчета не может быть меньше 20 - 25 страниц. Текст отчета выполняется на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297мм) компьютерным или рукописным способом. По согласованию с руководителем разрешается использовать обе стороны листа. При компьютерном наборе размер шрифта – 14 кегль, с одинарным межстрочным интервалом. Отступы в начале абзаца – 10 мм.

При рукописном способе текст необходимо выполнять пастой (чернилами) одного цвета: черного, синего или фиолетового. Высота букв и цифр должна быть не менее 2,5 мм.

Ошибки, опечатки, графические неточности, обнаруженные в отчете, допускается исправлять закрашиванием их белой краской с последующим нанесением на том же месте исправленного текста рукописным способом. Листы отчета выполняются без оформления рамки с оставлением полей: левое, верхнее и нижнее – 20 мм, правое – 10 мм.

Текст основной части отчета делят на разделы, подразделы, пункты, подпункты. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует писать с абзацного отступа. Заголовки разделов выполняются прописным шрифтом, заголовки подразделов и пунктов – строчными буквами (кроме первой прописной).

Каждый раздел следует начинать с нового листа. Разрывы текста внутри раздела не допускаются.

Структурные части отчета (РЕФЕРАТ, СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ) начинают с нового листа. Заголовки структурных частей выполняют прописным шрифтом симметрично тексту. Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 10 мм. Переносы слов в заголовках не допускаются. Заголовок не подчеркивается. Точка в конце любого заголовка не ставится.

**Нумерация.** Страницы отчета нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту, включая приложения. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. Титульный лист, задание на НИР входят в общую нумерацию отчета. Номер страницы на них не ставят.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей основной части и обозначаться арабскими цифрами без точки в конце. Введение, заключение и список литературы не нумеруются.

Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Например: 2.3 (третий подраздел второго раздела).

Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой. В конце

номера пункта точка не ставится. Например: 2.3.5 (пятый пункт третьего подраздела второго раздела).

Все иллюстрирующие материалы отчета (рисунки, чертежи, схемы, диаграммы, графики, фотографии и т.п.) называют рисунками, обозначают словом «Рисунок» и нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела, за исключением иллюстраций, приведенных в приложении.

Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. В конце номера иллюстрации точку не ставят. Например: «Рисунок 1.2» (второй рисунок первого раздела). Номер иллюстрации помещают под рисунком ниже поясняющих данных.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер со словом «Таблица» размещают слева над таблицей без абзацного отступа. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. В конце номера таблицы точка не ставится. Например: «Таблица 1.2» (вторая таблица первого раздела).

При переносе части таблицы на другой лист слово «Таблица» и номер указывают один раз слева над первой частью таблицы. Над другими частями слева без абзацного отступа пишут «Продолжение таблицы» и указывают ее номер. Например: «Продолжение таблицы 1.2».

Формулы в записке нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. В конце номера формулы точка не ставится. Номер указывают в круглых скобках в крайнем правом положении на строке с формулой. Например: (3.1) – первая формула третьего раздела.

Рисунки, таблицы и формулы, помещенные в приложениях, нумеруют арабскими цифрами последовательно в пределах каждого приложения, добавляя перед порядковым номером обозначение приложения, где они размещены. Например:

«Рисунок А.1» – первый рисунок образец;

«Таблица А.3» – третья таблица образец;

(А.5) – пятая формула образец.

**Иллюстрации.** Все иллюстрирующие материалы отчета, называемые рисунками, выполняют с использованием компьютера, карандашом или одноцветной тушью, пастой (черной, синей, фиолетовой) на листах отчета. Допускается выполнение рисунков на листах формата А3.

Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать, т.е. без поворота отчета или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагают после первой ссылки на них.

Иллюстрации должны иметь наименование. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими данными (подрисуночным текстом). Слово «Рисунок» с номером иллюстрации и наименованием через тире помещают после поясняющих данных под рисунком, располагая их посередине строки.

Особые требования предъявляют к оформлению графиков. График - геометрическое изображение функциональной зависимости двух, реже трёх величин. При построении графиков на горизонтальной оси откладывают независимую переменную, т.е. величину, которую задаёт экспериментатор, а на вертикальной – ту, которую получают в опытах. В первом варианте графики чертят на миллиметровой бумаге. Затем листок с миллиметровой бумагой можно приклеить в отчёт или лучше аккуратно скопировать. Масштабы по осям могут быть линейным, логарифмическим или степенным. Последние удобны, когда связь между переменными нелинейная. Оси графика вычерчивают сплошными линиями, на концах стрелки не ставят. Можно сделать координатную сетку, соответствующую масштабу шкал. Масштаб указывают также короткими рисками по осям. Числовые значения масштаба пишут за пределами графика. Если кривая, изображённая на графике, занимает небольшое пространство, то отсчёт величин по осям можно начинать не с нуля, а

с рассматриваемых пределов. Характерные точки на графике (результаты опытов) обозначают условными значками (о, + и т.д.). Наименование параметров и функций вписывают словами вдоль осей. После слов можно привести условное обозначение величины в скобках и обязательно через запятую размерность. При помещении на графике нескольких кривых каждую нумеруют цифрой, изображают различными видами кривых и расшифровывают в подрисуночной подписи.

При выборе масштаба необходимо учитывать следующее:

- экспериментальные точки должны располагаться с разумным интервалом;
- масштаб должен быть простым и кратным удобной величине, например,  $10 \text{ г/дм}^3 - 1,5 \text{ см}$ ;
- все зависимости должны быть чётко видны.

Графики, иллюстрирующие установленные закономерности, могут быть выполнены с использованием Microsoft Excel. Пример оформления рисунков приведен в приложениях Ж, И.

**Таблицы.** Каждая таблица должна иметь заголовок. Заголовок таблицы размещают над таблицей в одну строку с ее номером через тире. Заголовок не подчеркивают.

Таблицу помещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. Если необходим перенос части таблицы на другую страницу, слово «Таблица» и ее номер указывают один раз слева над первой частью таблицы, над последующими переносимыми частями слева без абзацного отступа пишут слово «Продолжение», а над последней частью – «Окончание» и указывают номер таблицы. Например: «Продолжение таблицы 3.1». При переносе таблицы на другую страницу заголовок помещают только над ее первой частью.

Перенос таблицы возможен только по строкам. Запрещается отрывать заголовок таблицы, а также заголовки граф от строк таблицы. При переносе части таблицы на следующую страницу на первом листе должна быть оставлена, как минимум, одна строка текста таблицы. Во избежание переноса рекомендуется начинать страницу с таблицы и под ней на оставшемся поле листа размещать текст записки. При переносе части таблицы нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, под первой частью не проводят. Заголовки граф таблиц должны начинаться с прописных букв, подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. В конце заголовков и подзаголовков точку не ставят. Графу «№ п/п» в таблицу включать не допускается.

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если цифровые или иные данные в какой – либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

При подготовке таблиц удобно пользоваться Microsoft Excel.

Пример оформления таблицы приведен в образце.

**Формулы.** В формулах следует применять общепринятые обозначения. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дают с новой строки и после запятой указывают его размерность. Первую строку объявления начинают со слова «где» без двоеточия после него.

После формулы, записанной в общем виде, в нее подставляют числовые значения входящих параметров и приводят результаты вычисления с обязательным указанием размерности полученной величины. Если необходимо указать численные значения входящих в формулу величин, то расшифровку величин приводят в скобках при расшифровке соответствующего символа.

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не помещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства

(=) или после знаков плюс (+), (-), умножения (x) и деления (:), причем знаки (=) и действий пишутся дважды.

Пример оформления формулы приведен в приложении Л.

**Ссылки.** Ссылки в тексте на источники приводят, указывая их порядковый номер по списку использованных источников, выделенный квадратными скобками. Например: «... [5]» (книга, статья и т.п., имеющая в «Списке использованных источников» порядковый номер 5). В приложении М приводится рекомендуемый перечень источников научно-технической информации по металлургии цветных металлов.

Ссылки на иллюстрации указывают порядковым номером иллюстрации. Например: «... в соответствии с рисунком 1.2». При этом слово «Рисунок» пишут полностью.

Ссылки на формулы указывают порядковым номером формулы в скобках. Например: «... в формуле (3.1)».

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, причем ранее, чем приведена таблица. При этом слово «Таблица» в тексте пишут полностью. Например: «... в таблице 5.2».

При ссылке на приложение в тексте слово «приложение» пишут полностью строчными буквами с указанием приложения. Например: «... в приложении В».

**Схемы.** В идеале конечным результатом НИР являются технологическая схема или ее принципиальные основы. В соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.102-68) схема – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. В отчете, как правило, могут быть приведены две схемы:

- технологическая;
- аппаратурно-технологическая.

Технологическая схема представляет собой графическое изображение последовательности основных и вспомогательных операций, исходных, промежуточных и конечных продуктов и материальных потоков в логической взаимосвязи. Операции и продукты обозначают словами, потоки и транспортные связи – прямыми или ломаными линиями со стрелками, указывающими направление потоков.

Аппаратурно-технологическая схема представляет собой схему цепи аппаратов производственного процесса. Для ее построения необходимо знать конструкцию и принцип действия технологического оборудования, его роль и место в схеме, точки и способ ввода и вывода материальных потоков. Графическое изображение на схеме дается в упрощенном виде, отражающем конструкцию и транспортные связи. На схеме показывают все расчетное количество оборудования, но возможны и исключения: допускается оставлять на схеме первый и последний агрегаты каскада с условным изображением между ними остальных или изображать только одну из нескольких совершенно одинаковых аппаратурных ниток.

Изображение аппаратуры на чертеже не требует масштаба, но соблюдается разумное соотношение размеров: изображение насоса не может быть крупнее, например, сгустителя. Графическое изображение технологического оборудования должно отражать внешние очертания и особенности конструкции, существенные для понимания его работы, но без излишней детализации. Соблюдение масштаба такого рисунка необязательно.

**Дополнительная информация.** С целью упорядочения информации о сырье и продукции в области цветной металлургии разработан Общероссийский классификатор продукции (ОКП).

Для знакомства с ОКП рекомендуется определить классификационную характеристику темы исследования и составить шестизначный код ОКП (приложение Н).

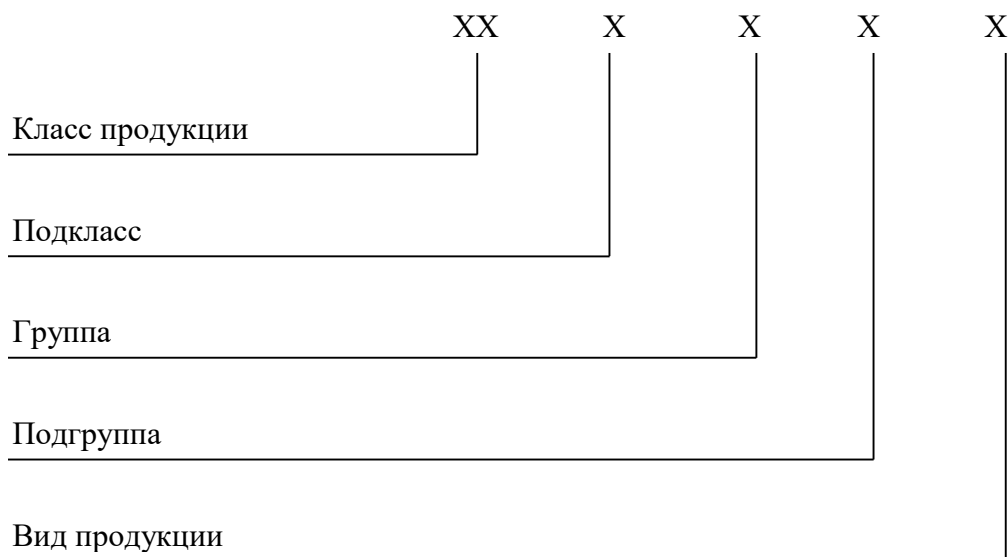
Общероссийский классификатор продукции (ОКП) введен на территории Российской Федерации в 1993 году.

Коды и наименования основных видов продукции, технология производства которых рассматривается в НИР приведены ниже.

ОКП представляет собой систематизированный свод кодов и наименований группировок продукции, построенный по иерархической системе классификации. Каждая позиция ОКП содержит шестизначный цифровой код и наименование группировки продукции.

В ОКП предусмотрена пятиступенчатая иерархическая классификация с цифровой десятичной системой кодирования. На каждой ступени классификации деление осуществлено по наиболее значимым экономическим и техническим классификационным признакам.

Шестизначный код ОКП имеет следующую структуру:



Например, для дипломных (курсовых) проектов, объектом проектирования которых является цинковое производство, классификационная характеристика в обозначении может иметь следующий шестизначный код:

класс:	17 0000 – металлы цветные, их сырье, сплавы и соединения;
подкласс:	17 2000 – металлы тяжелые легкоплавкие, их сырье, сплавы и соединения;
группа	17 2100 – цинк, его сырье и сплавы;
подгруппа	17 2110 – сырье цинка;
вид:	17 2133 – порошок цинковый.



## ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ КНИР



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

Кафедра «Металлургии»

### ОТЧЕТ по курсовой научно- исследовательской работе

Тема

---

Руководитель

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

Студент

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

Группа

\_\_\_\_\_

номер группы

Верхняя Пышма  
20....

## Образец задания на КНИР



Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»

### ЗАДАНИЕ

на курсовую научно- исследовательскую работу

Студент \_\_\_\_\_  
Группа \_\_\_\_\_  
Научный руководитель \_\_\_\_\_  
Тема \_\_\_\_\_  
Цель работы \_\_\_\_\_  
Исходные данные \_\_\_\_\_  
Рекомендуемая литература \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Этап	Содержание работы	Объем, %	Срок готовности	
			план	фактически

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Научный руководитель \_\_\_\_\_

Принял к исполнению \_\_\_\_\_

1. Аттестация

Октябрь, март	Ноябрь, апрель	Декабрь, май

2. Представление результатов работы:

1. Чем закончена

2. Где доложена

3. Выдвижение на конкурс, выставку

4. Премирование

5. Где опубликована

6. Использование и внедрение

3. Аннотация

\_\_\_\_\_

4. Отзыв научного руководителя о работе студента

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Отметка о зачете \_\_\_\_\_

Председатель комиссии

Научный руководитель

## СОДЕРЖАНИЕ

ЗАДАНИЕ НА КНИР	
РЕФЕРАТ .....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	7
1.1 Классификация отходов цеха горячего цинкования АО «Уралэлектромедь», образованных на каждой из стадий технологического процесса и методы их переработки.....	7
1.2 Постановка задачи исследования.....	32
2 ВНЕДРЕНИЕ ОСНАСТКИ. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ОБЕСЦИНКОВАНИЯ И ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ.....	36
2.1 Виды оснастки для горячего цинкования и расширение номенклатуры изделий.....	38
41	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	45
ПРИЛОЖЕНИЯ	

## РЕФЕРАТ

В состав выпускной квалификационной работы входят: пояснительная записка 98 страниц, 40 таблиц, 24 рисунка, 25 источников литературы, 3 приложения.

ЦИНКОВАНИЕ, ОБЕСЦИНКОВАНИЕ, ОСНАСТКА, ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ, ГИДРОЛИЗ, ОТХОДЫ, ИЗГАРЬ, ГАРТЦИНК, ПЫЛЬ, ПРОВОЛОКА

Целью работы является разработка технологии переработки цинк – содержащих отходов в цехе горячего цинкования.

В процессе выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- проведены исследования по образованию отходов технологии цеха горячего цинкования и предложены возможные способы по сокращению их образования и возврата ценных компонентов в технологический процесс;

- дано экономическое обоснование технологии;

- определена возможность внедрения оснастки на основной линии цеха горячего цинкования, разработаны эскизы оснастки и определены изделия для цинкования в ней;

- проведен комплекс работ, обосновывающих необходимость реализации участка обесцинкования металлической оснастки в цехе горячего цинкования.

В проекте рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и природопользования, а также требования безопасности к технологическому процессу.

Предложенная технология является актуальной задачей по комплексному использованию отходов высвобождающихся в процессе горячего цинкования с целью возврата полезных компонентов в основной технологический цикл.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективное использование энергетических и материальных ресурсов является объективной необходимостью, обусловленной требованиями, предъявляемыми к их расходованию в рыночных условиях. В современных условиях производство продукции в значительной степени следует оценивать по параметрам, характеризующим потребление ресурсов и количество отходов, большое количество которых является наиболее объективным показателем несовершенства используемой технологической системы.

Организационной структурой производства цеха горячего цинкования на площадке АО «Уралэлектромедь» не предусмотрена переработка отходов с целью возврата вторичных продуктов в основное производство. Это связано не только с отсутствием системных комплексных исследований и учета всех

факторов, влияющих на производственно-технологические процессы в условиях действующего предприятия, которые должны лечь в основу разработки современных ресурсосберегающих технологий, специального оборудования и осуществления реструктуризации производства.

В результате анализа технологических процессов и результатов работы цеха горячего цинкования на АО «Уралэлектромедь», установлено, что, в зависимости от уровня технологии и организации производства, квалификации персонала, применяемого оборудования и интенсивности его эксплуатации, объем образующихся отходов составляет от 500 до 1000 тонн в год.

Существующая значительная разница в стоимости отходов производства горячего цинкования и марочного цинка, наряду с высоким содержанием цинка в отходах, являются основанием предположить, что переработка отходов горячего цинкования может быть высокорентабельной.

Организация переработки цинкосодержащих отходов в ЦГЦ, позволит существенно повысить эффективность деятельности производства путем....

## **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

### **1.1 Классификация отходов цеха горячего цинкования АО «Уралэлектромедь», образованных на каждой из стадий технологического процесса и методы их переработки**

В связи с возрастающей потребностью цинка на производство оцинкованных стальных изделий, значение эффективной переработки отходов цинкования непрерывно растет. Следует отметить, что по мере развития современного производства цветных металлов большую актуальность приобретают проблемы внедрения мало- и безотходных технологических процессов. Данное решение в ряде стран рассматривается как одно из направлений рационального использования природных ресурсов.

На сегодняшний день трудно представить абсолютно безотходное производство. Стоит отметить, что создание безотходных технологий относится к весьма сложному и длительному процессу, промежуточным этапом которого является минимизация потерь ценных компонентов и возврат их в производство. Принцип системности, применительно к производству цветных металлов, является неотъемлемой опорой в развитии рационального использования ценных компонентов. В соответствии с ним каждый отдельный процесс рассматривается как элемент динамической системы всего промышленного цикла [1].

*Операция обезжиривания.* Назначение операции обезжиривания, как начальная стадия химической подготовки – удаление с поверхности металлических изделий жировых пятен, масел и средств, использующихся в таких механических процессах, как прокат, перфорирование, резка и волочение. Для обезжиривания используют водный раствор, приготовленный на основе кислого обезжиривающего средства «HYDRONET», основным

Фактическое количество осадка из сушильной печи, образовавшегося с начала работы цеха, представлено в таблице 1.1 и составляет 46,654 тонны.

Таблица 1.1 – Количество образовавшегося осадка из сушильной печи по годам с начала работы цеха.

Количество образовавшегося осадка из сушильной печи по годам с начала работы цеха, кг											
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0	4200	6136	4493	2497	3892	3661	3823	2675	3545	5866	5866

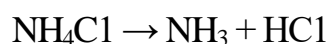
Данный осадок образуется при стекании избытка флюсового раствора с поверхности металлоконструкций в процессе сушки в печи и представляет собой смесь солей хлорида цинка и хлорида аммония, загрязненную посторонними включениями в виде окалины, ржавчины. Состав осадка сушильной печи представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Состав осадка из сушильной печи

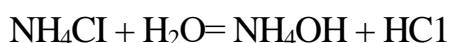
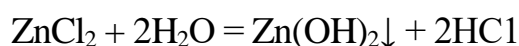
Содержание, %			
Zn	NH <sub>4</sub> Cl	Fe	Ni

20,8	40,4	2,19	0,54
------	------	------	------

Основную роль играет хлористый аммоний, так как является поставщиком газообразных хлоридов, образующихся при разложении его в контакте с расплавленным цинком:



В водном растворе происходит разложение хлоридов цинка и аммония с образованием соляной кислоты:



Ряд небольших заводов находится во Франции и Италии находятся производительность каждого около 100 тыс. тонн пыли в год. В России печи вельцевания установлены на предприятиях ОАО "Челябинский цинковый завод" суммарной мощностью 200 – 300 тыс. т пыли в год. Упрощенная схема вельц-процесса показана на рисунке 1.1 [2].

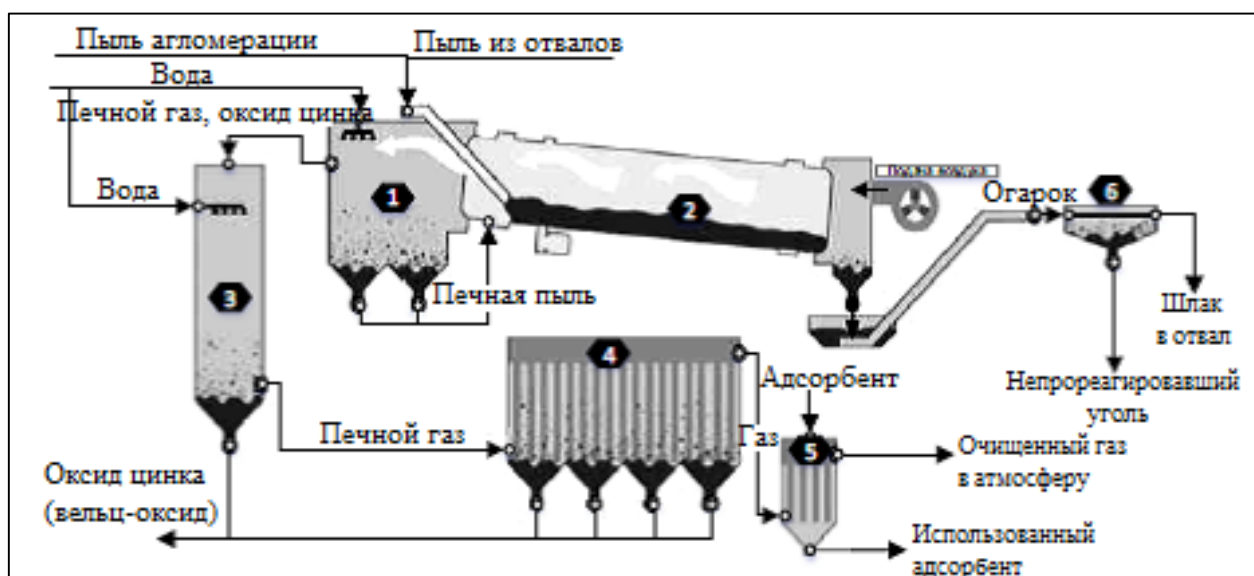


Рисунок 1.1 – Упрощенная схема вельц-процесса

1 – камера осаждения печной пыли; 2 – трубчатая печь; 3 – холодильник; 4 – фильтр, 5 – камера очистки газа; 6 – сепаратор

## 1.2 Постановка задачи исследования



В связи с ростом отечественного производства оцинкованных изделий и улучшением культуры потребления металлопроката с покрытиями, российские производители оптимистично оценивают перспективы внутреннего потребления цинка, что определяет стратегические планы по увеличению производства цинка.

## 2 ВНЕДРЕНИЕ ОСНАСТКИ. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ОБЕСЦИНКОВАНИЯ И ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

### 2.1 Виды оснастки для горячего цинкования и расширение номенклатуры изделий

В данном разделе дана оценка экономической эффективности организации участка обесцинкования металлической оснастки (таблица 2.1).....

Таблица 2.1 – Характеристика и назначение используемого оборудования

№ поз	Наименование	Кол-во*	Характеристика	Назначение
1	Ванна обесцинкования	1	Размеры (1,5*1,5*2,0)м. Объем общий – 4,5 м <sup>3</sup> . Объем рабочий – 3,6 м <sup>3</sup> . Материал – полипропилен.	Обесцинкование оснастки
2	Ванна промывки	1	Размеры (1,5*1,5*2,0) м. Объем общий – 4,5 м <sup>3</sup> . Объем рабочий – 3,6 м <sup>3</sup> . Материал – полипропилен.	Промывка оснастки

## Продолжение таблицы 2.1

№ поз	Наименование	Кол-во*	Характеристика	Назначение
3	Оборотная емкость	1	Объём – 1м <sup>3</sup> ; Материал – полиэтилен, Нижний слив, вентиль слива из тефлона или титана.	Дозирование соляной кислоты.
4	Тележка	3	Гидравлический или пневматический подъем, грузоподъемность 2 т.	Транспортировка оснастки, кека.

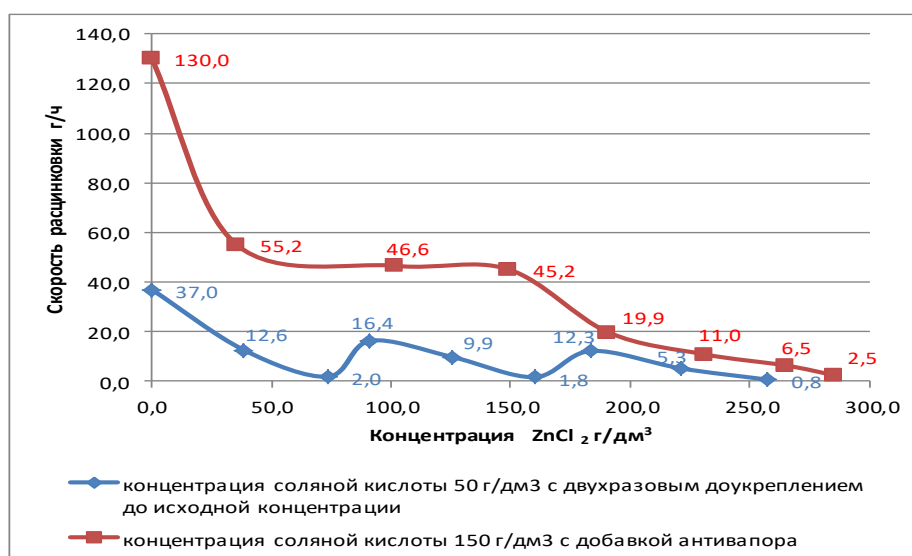


Рисунок 2.1 – Кинетика растворения цинка в статических условиях в зависимости от исходной концентрации соляной кислоты

Цинк является одним из главных сырьевых материалов для технологии горячего цинкования.

$$m = F \cdot c \cdot \rho \quad (2.1)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения трубопровода, м<sup>2</sup>;  $c$  – скорость воздушного потока в заданном сечении, м/с;  $\rho$  – плотность воздуха в шахте, кг/м<sup>3</sup> [1].

### Выбор и расчет основного оборудования

Выбрать тип конвертера по пропускной способности конвертера по воздуху на основе данных материального баланса.

На основании сводного материального баланса в сутки перерабатывается 849,15 т штейна; расход воздуха на 100 кг штейна составляет  $M_B = 147,25 \text{ нм}^3/100 \text{ кг}$ .

Теоретическое удельное количество воздуха на 1 тонну штейна рассчитывается по формуле:

$$V_{т.уд} = M_B * K * C_B = 147,25 * 10 * 1,29 = 1899,525 \text{ нм}^3/1\text{т штейна}$$

где  $M_B$  – расход воздуха на 100кг штейна;  $K$ - коэффициент перевода 100 кг в тонну;  $C_B$ – удельный вес воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Для переработки 849,15 т штейна в сутки потребуется

$$V_n = m * V_{т.уд}$$

Пропускная способность конвертера по воздуху в сутки  $V_{пр}$  определяется их ТТХ конвертера по формуле:

$$V_{пр} = x * t \text{ нм}^3/\text{сутки}$$

где  $t$  - количество минут в сутках;  $x$  - пропускная способность по воздуху, нм<sup>3</sup>/мин.

С учетом использования конвертера под дутьем суточный объем воздуха на продувку расплава составит:

$$V_{конв} = 0,7 V_{пр} \text{ нм}^3/\text{сутки}$$

С учетом практики для непрерывной переработки штейна выбирается как правило 3 конвертера (по графику: два на продувке, один в горячем резерве (ожидании)), и один в резерве (ремонте).

Для выбора типа конвертера по пропускной способности учитываются работающие агрегаты, кол-во которых определяется по формуле:

$$N = V_n / V_{конв}$$

Имея все формулы находим пропускную способность конвертера по воздуху

$$x = \frac{V_{т.уд} \cdot m}{0,7 \cdot t \cdot N}$$

$$x = \sim 530, \text{ нм}^3/\text{мин}$$

Характеристика	Тип конвертера		
	Горизонтальные		
	1	2	3
Диаметр кожуха, мм	2,3	3,66	3,96
Длина кожуха, м	4,5	6,1	9,15
Число фурм ,кол-во	18	30-34	44-52
Диаметр фурм, мм	38	38/34	44-53
Площадь сечения фурм, см	204	350-400	670-800
Пропускная способность по воздуху, нм <sup>3</sup> /мин	180	300-350	600-650
Емкость по черновой меди, т	15	35-40	80
Размер горловины, м <sup>2</sup>	1,1x1,8	1,7x1,9	2x3

Из таблицы типовых конвертеров выбираем – горизонтальный, тип 3.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация переработки цинкосодержащих отходов в цехе горячего цинкования, позволяет существенно повысить эффективность деятельности производства путем сокращения объемов закупок химических реагентов, за счет возврата вторичного цинка. Внедрение новых технологий переработки отходов, направляемых на утилизацию, позволит вернуть технологические материалы в виде солей флюсования, тем самым сократить себестоимость цинкования, а также практически исключить данные виды отходов и вредное влияние от их захоронения на экологическую ситуацию.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### ПРИМЕРЫ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ЗАПИСЕЙ (по ГОСТ Р 7.0.100-2018)

1 июля 2019 года в России вступил в силу новый ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Целью разработки стандарта является унификация библиографического описания в соответствии с международными правилами.

*При описании книг с одним, двумя, тремя авторами, указываем одного автора в начале описания (в заголовке), остальных за косой чертой после заглавия. Обязательный элемент в описании – ISBN + полностью прописываем место издания (СПб, М. и т.д. – недопустимы), в конце записи ставим точку.*

#### **ОПИСАНИЕ КНИГИ ОДНОГО АВТОРА**

**Бабич, Е.Н.** Решение задач по начертательной геометрии: учебное пособие / Е.В. Бабич. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2019. – 87 с. – ISBN 978-5-238-03241-2.

#### **ОПИСАНИЕ КНИГИ ДВУХ АВТОРОВ**

**Сакулин, В.А.** Информатика. Технология обработки текстовой информации: учебное пособие / В.А. Сакулин, Ю.В. Сакулина. – Верхняя Пышма: НЧОУ ВО «ТУ УГМК», 2018. – 183 с. – ISBN 978-5-8057-1002-6.

#### **ОПИСАНИЕ КНИГИ ТРЕХ АВТОРОВ**

**Петров, Н.П.** Теоретическая механика: учебное пособие / Н.П. Петров, С.Н. Петрова, Н.В. Коржавина. – Верхняя Пышма: НЧОУ ВО «ТУ УГМК». – 121 с. – ISBN 978-5-8057-1005-7.

## **ОПИСАНИЕ КНИГИ ЧЕТЫРЕХ АВТОРОВ**

*При наличии четырех авторов, книга описывается под заглавием, все четыре автора указываются за косой чертой*

**Практика технического перевооружения процессов горного производства:** монография / Ю.А. Дик, А.В. Котенков, М.С. Танков, В.А. Лапин. – Верхняя Пышма: НЧОУ ВО «ТУ УГМК», 2019. – 512 с. – ISBN 978-5-85383-743-0.

## **ОПИСАНИЕ КНИГИ ПЯТИ И БОЛЕЕ АВТОРОВ**

*При наличии информации о пяти и более авторах за косой чертой, после заглавия приводят фамилии первых трех и в квадратных скобках [и др.]*

**Распределенные интеллектуальные информационные системы и среды:** монография / А. Н. Швецов, А. А. Суконщиков, Д. В. Кочкин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Вологодский государственный университет. – Курск: Университетская книга, 2017. – 196 с. – Библиогр.: с. 192–196. – ISBN 978-5-9909988-3-4.

*Описание электронного ресурса пяти и более авторов с сайта ЭБС IPRbooks:*

**Основы агрономии:** учебник / Н. Н. Третьяков, Б. А. Ягодин, Е. Ю. Бабаева [и др.]. – Санкт-Петербург: Квадро, 2017. – 464 с. – ISBN 978-5-906371-77-2 // ЭБС IPRbooks: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/65605.html> (дата обращения: дд.мм.гггг).

## **ОПИСАНИЕ КНИГИ БЕЗ АВТОРОВ**

*при составлении описания книги (ресурса), в котором не указаны авторы, приводят сведения о лицах, от имени или при участии которых опубликовано произведение (составители, редакторы). Эти сведения об ответственности (составители, редакторы...) записываются после заглавия за косой чертой.*

**Электрические аппараты:** учебник и практикум / под ред. П. А. Курбатова. – Москва: Юрайт, 2018. – 247 с. – ISBN 978-5-9916-9715-6.

## **ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНОГО ТОМА**

**Савельев, И.В.** Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 1: Механика. Молекулярная физика — 2019. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-3988-1.

## **ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНОГО ТОМА (электронная версия)**

**Савельев, И.В.** Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 1: Механика. Молекулярная физика — 2019. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-3988-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113944> (дата обращения: 26.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНОЙ ЧАСТИ**

**Линейные и нелинейные уравнения физики:** учебное пособие / составители А. В. Копытов, А. В. Кособуцкий. — Кемерово: КемГУ, 2018. — Часть 1: Уравнения математической физики — 2018. — 82 с. — ISBN 978-5-8353-2234-3.

## **ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНОЙ ЧАСТИ (электронная версия)**

**Линейные и нелинейные уравнения физики:** учебное пособие / составители А. В. Копытов, А. В. Кособуцкий. — Кемерово: КемГУ, 2018. — Часть 1: Уравнения математической физики — 2018. — 82 с. — ISBN 978-5-8353-2234-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111491> (дата обращения: 26.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **ОПИСАНИЕ СБОРНИКОВ НАУЧНЫХ ТРУДОВ, МАТЕРИАЛОВ КОНФЕРЕНЦИЙ**

Труды конгресса с международным участием и конференции молодых ученых «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований»: «ТЕХНОГЕН – 2019». – Екатеринбург: УрО РАН, 2019. – 656 с. - ISBN 978-5-907080-61-4.

Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство: материалы 3-й Всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20 февраля 2018 г.). – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – 235 с. – ISBN 978-5-9642-0409-1.

### **ОПИСАНИЕ ПАТЕНТНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

*Если в список литературы включается патентный документ, то необходимо проверить его на сайте Федерального института промышленной собственности (ФИПС) с целью уточнения соответствия приводимых данных: название патента, номер патентного документа и заявки, дату подачи заявки и дату публикации. В описании патентных документов обязательно приводят данные о номере заявки и о дате публикации.*

**Патент № 2637215 Российская Федерация, МПК В02С 19/16 (2006.01), В02С 17/00 (2006.01).** Вибрационная мельница: № 2017105030: заявл. 15.02.2017: опубл. 01.12.2017 / Артеменко К. И., Богданов Н. Э.; заявитель БГТУ. – 4 с.

или другой вариант описания:

**Патент № 2659082.** Способ приготовления теста для производства кекса: № 2017126001: заявл. 19.07.2017: опубл. 28.06.2018 / К. С. Иванова, Е. А. Гартованная; заявитель, патентобладатель Дальневост. гос. аграр. ун-т. – 3 с.

### **СТАТЬЯ ИЗ СБОРНИКА НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**Курдюмов, В.Р.** Сорбционная и мембранная технологии очистки шахтной воды / В.Р. Курдюмов, К.Л. Тимофеев, Г.И. Мальцев // Труды конгресса с международным участием и конференции молодых ученых «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований»: «ТЕХНОГЕН – 2019». – Екатеринбург: УрО РАН, 2019. – С. 500 – 505.

### **СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА**

**Мажитов, А.М.** Разработка технологии формирования искусственного массива с заданными геотехническими характеристиками / А.М. Мажитов, П.В. Волков, А.В. Красавин, А.Б. Аллабердин DOI 10.21440/0536-1028-2019-2-51-58// Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2019. - № 2. – С. 51-58.

### **ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ СТАТЬИ**

**Московская, А. А.** Между социальным и экономическим благом: конфликт проектов легитимации социального предпринимательства в России / А. А. Московская, А. А. Берендяев, А. Ю. Москвина. – DOI 10.14515/monitoring.2017.6.02. – Текст : электронный // Мониторинг общественного мнения : экономические и социальные перемены. – 2017. – №

б. – С. 31–35. – URL:  
[https://wciom.ru/fileadmin/file/monitoring/2017/142/2017\\_142\\_02\\_Moskovskaya.pdf](https://wciom.ru/fileadmin/file/monitoring/2017/142/2017_142_02_Moskovskaya.pdf) (дата обращения: дд.мм.гггг).

### **ОПИСАНИЕ САЙТОВ**

**ЛАНЬ**: электронно-библиотечная система: сайт. – Санкт-Петербург, 2010. – URL:  
<http://e.lanbook.com/> (дата обращения: 27.09.2019).

**eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL:  
<https://elibrary.ru> (дата обращения: 27.09.2019).

## **Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования «Технический университет УГМК»**

### **АННОТАЦИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Ф.И.О. выпускника \_\_\_\_\_  
Направление подготовки \_\_\_\_\_  
Название программы \_\_\_\_\_  
Форма обучения \_\_\_\_\_  
Тема выпускной квалификационной работы (ВКР) \_\_\_\_\_

Краткое описание содержания работы:

В первой главе содержится

---

---

---

---

Во второй главе

---

---

---

---

В третьей главе (при наличии)

---

---

---

---



Результат работы (основные выводы)

---

---

---

---

## Образец заполнения титульного листа

Приложение В

Образец реферата

РЕФЕРАТ

**«Исследование закономерностей сорбции золота  
модифицированным лигнином»**

Отчет содержит 24 с., 12 рис., 2 табл., 16 источников, 2 прил.

**ЗОЛОТО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСТВОРЫ, ЛИГНИН, ИМПРЕГНИРОВАНИЕ  
КСАНТОГЕНАТОМ, СОРБЦИЯ**

Объект исследований: бедные технологические растворы, в частности растворы подземного выщелачивания золота.

Цель работы: разработать режимы модификации лигнина и использования полученного сорбента при извлечении золота.

Проведены исследования сорбции ..... Получены данные по кинетике.....

Предложен механизм.... Оптимизированы технологические режимы .....

При внедрении технологии будет достигнуто .....

## Приложение Г

### Пример оформления содержания отчета по КНИР

#### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	5
1.1 Методы переработки упорного золотосодержащего сырья.....	5
1.2 Обжиг золотосодержащих концентратов.....	7
1.2.1 Окислительный обжиг .....	8
1.2.2 Дикрипитирующий обжиг.....	9
1.2.3 Хлорирующий обжиг.....	10
1.3 Теория обжига пиритных и арсенопиритных концентратов.....	12
1.3.1 Обжиг в присутствии извести.....	13
1.4 Выводы.....	14
2 ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА В ПРИСУТСТВИИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК.....	15
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	18
3.1 Методика исследований.....	18
3.2 Изучение механизма сульфатизирующего обжига методом дериватографии.....	20
3.3 Влияние вида и избытка сульфатизатора на степень сульфатизации.....	22
3.4 Влияние температуры на степень сульфатизации.....	23
3.5 Оптимизация условий обжига с использованием плана трехфакторного эксперимента.....	24
3.6 Выводы.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	27
Приложение А. ДТА-спектры с различными сульфатизаторами.....	28

## Приложение Д

### Пример оформления отчета по КНИР

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективное использование энергетических и материальных ресурсов является объективной необходимостью, обусловленной требованиями, предъявляемыми к их расходованию в рыночных условиях. В современных условиях производство продукции в значительной степени следует оценивать по параметрам, характеризующим потребление ресурсов и количество отходов, большое количество которых является наиболее объективным показателем несовершенства используемой технологической системы.

Организационной структурой производства цеха горячего цинкования на площадке АО «Уралэлектромедь» не предусмотрена переработка отходов с целью возврата вторичных продуктов в основное производство. Это связано не только с отсутствием системных комплексных исследований и учета всех факторов, влияющих на производственно-технологические процессы в условиях действующего предприятия, которые должны лечь в основу разработки современных ресурсосберегающих технологий, специального оборудования и осуществления реструктуризации производства.

В результате анализа технологических процессов и результатов работы цеха горячего цинкования на АО «Уралэлектромедь», установлено, что, в зависимости от уровня технологии и организации производства, квалификации персонала, применяемого оборудования и интенсивности его эксплуатации, объем образующихся отходов составляет от 500 до 1000 тонн в год.....

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Классификация отходов цеха горячего цинкования АО «Уралэлектромедь», образованных на каждой из стадий технологического процесса и методы их переработки

В связи с возрастающей потребностью цинка на производство оцинкованных стальных изделий, значение эффективной переработки отходов цинкования непрерывно растет. Следует отметить, что по мере развития современного производства цветных металлов большую актуальность приобретают проблемы внедрения мало- и безотходных технологических процессов. Данное решение в ряде стран рассматривается как одно из направлений рационального использования природных ресурсов.

На сегодняшний день трудно представить абсолютно безотходное производство. Стоит отметить, что создание безотходных технологий относится к весьма сложному и длительному процессу, промежуточным этапом которого является минимизация потерь ценных компонентов и возврат их в производство. Принцип системности, применительно к производству цветных металлов, является неотъемлемой опорой в развитии рационального использования ценных компонентов. В соответствии с ним каждый отдельный процесс рассматривается как элемент динамической системы всего промышленного цикла [2].

### *Операция обезжиривания*

Назначение операции обезжиривания, как начальная стадия химической подготовки – удаление с поверхности металлических изделий жировых пятен, масел и средств, использующихся в таких механических процессах, как прокат, перфорирование, резка и волочение. Для обезжиривания используют водный раствор, приготовленный на основе кислого обезжиривающего средства «HYDRONET», основным

Фактическое количество осадка из сушильной печи, образовавшегося с начала работы цеха, представлено в таблице 1.1 и составляет 46,654 тонны.

Таблица 1.1 – Количество образовавшегося осадка из сушильной печи по годам с начала работы цеха.

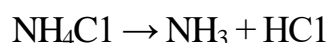
Количество образовавшегося осадка из сушильной печи по годам с начала работы цеха, кг											
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0	4200	6136	4493	2497	3892	3661	3823	2675	3545	5866	5866

Данный осадок образуется при стекании избытка флюсового раствора с поверхности металлоконструкций в процессе сушки в печи и представляет собой смесь солей хлорида цинка и хлорида аммония, загрязненную посторонними включениями в виде окалины, ржавчины. Состав осадка сушильной печи представлен в таблице 1.2.

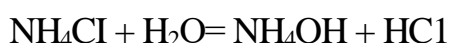
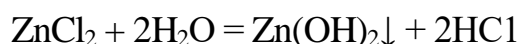
Таблица 1.2 – Состав осадка из сушильной печи

Содержание, %			
Zn	NH <sub>4</sub> Cl	Fe	Ni
20,8	40,4	2,19	0,54

Основную роль играет хлористый аммоний, так как является поставщиком газообразных хлоридов, образующихся при разложении его в контакте с расплавленным цинком:



В водном растворе происходит разложение хлоридов цинка и аммония с образованием соляной кислоты:



Ряд небольших заводов находится во Франции и Италии находятся производительность каждого около 100 тыс. тонн пыли в год. В России печи вальцевания установлены на предприятиях ОАО "Челябинский цинковый завод" суммарной мощностью 200 – 300 тыс. т пыли в год. Упрощенная схема вальц-процесса показана на рисунке 1.1 [3].

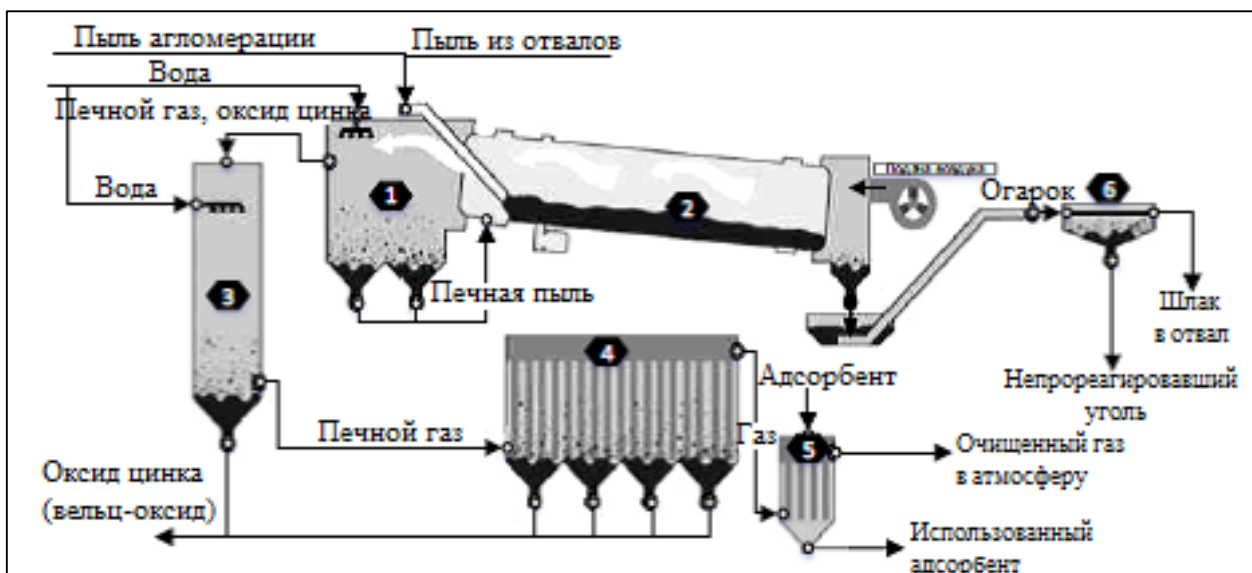


Рисунок 1.1 – Упрощенная схема вельц-процесса

1 – камера осаждения печной пыли; 2 – трубчатая печь; 3 – холодильник;  
4 – фильтр, 5 – камера очистки газа; 6 – сепаратор.

## 1.2 Постановка задачи исследования

В связи с ростом отечественного производства оцинкованных изделий и улучшением культуры потребления металлопроката с покрытиями, российские производители оптимистично оценивают перспективы внутреннего потребления цинка, что определяет стратегические планы по увеличению производства цинка.

## 2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

### 2.1 Расчет баланса рабочего времени работы оборудования

Цинк является одним из главных сырьевых материалов для технологии горячего цинкования.

Таблица 2.1 – Баланс рабочего времени для участка обесцинкования с целью получения раствора, замещающего реагенты, подаваемые в ванну флюсования

Наименование	Единицы измерения	Показатели за 1 месяц	Показатели за год
Календарное время работы участка обесцинкования	ч	720	8 640
Плановые простои, из них:			
- текущий ремонт	ч	20	240
- капитальный ремонт	ч	15	180
- простой участка из-за отсутствия необходимости в растворе для использования его в технологии	ч	588	7056
Итого:	ч	623	7476
Всего:	ч	97	1164

При производительности цеха горячего цинкования на площадке АО «Уралэлектромедь» 30 000 т/год металлоизделий, потребление солей флюсования (Fifty-Fifty, JtechFlux 2P) составляет 30–36 тонн. В пересчете на раствор от обесцинкования это составит 76–84 м<sup>3</sup>.

### Выводы

В данном разделе дана оценка экономической эффективности организации участка обесцинкования металлической оснастки, которая используется для упрощенной и многократной навески. В результате отход, образующийся в результате стравливания цинка с поверхности, перерабатывается и подпитывается в технологический процесс флюсования.



## 3 ВНЕДРЕНИЕ ОСНАСТКИ. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ОБЕСЦИНКОВАНИЯ И ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

### 3.1 Виды оснастки для горячего цинкования и расширение номенклатуры изделий

Таблица 3.1 – Характеристика и назначение используемого оборудования

№ поз	Наименование	Кол-во*	Характеристика	Назначение
1	Ванна обесцинкования	1	Размеры (1,5*1,5*2,0)м. Объем общий – 4,5 м <sup>3</sup> . Объем рабочий – 3,6 м <sup>3</sup> . Материал – полипропилен.	Обесцинкование оснастки.
2	Ванна промывки	1	Размеры (1,5*1,5*2,0) м. Объем общий – 4,5 м <sup>3</sup> . Объем рабочий – 3,6 м <sup>3</sup> . Материал – полипропилен.	Промывка оснастки.

Продолжение таблицы 3.1

№ поз	Наименование	Кол-во*	Характеристика	Назначение
3	Оборотная емкость	1	Объем – 1м <sup>3</sup> ; Материал – полиэтилен, Нижний слив, вентиль слива из тефлона или титана.	Дозирование соляной кислоты.
4	Тележка	3	Гидравлический или пневматический подъем, грузоподъемность 2 т.	Транспортировка оснастки, кека.

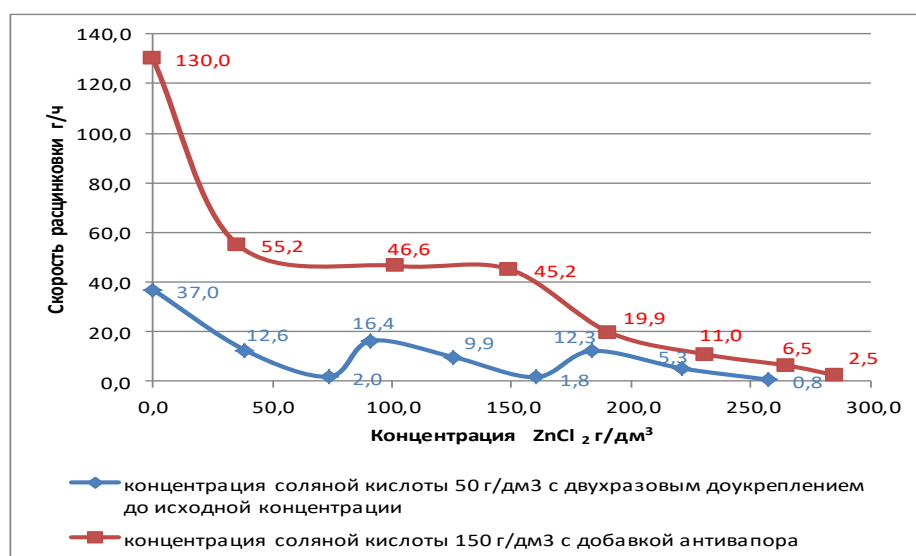


Рисунок 3.1 – Кинетика растворения цинка в статических условиях в зависимости от исходной концентрации соляной кислоты и накопления хлорида цинка

Выход металла в расчете на 1 ванну в сутки составит:

$$m = \frac{I \cdot 24 \cdot q \cdot \eta_{\Gamma}}{10^6}, \quad (2.1)$$

где  $m$  – производительность одной ванны, т/сут;

$I$  – сила тока, А;

24 – количество часов в сутках, ч;

$q$  – электрохимический эквивалент,  $q = 0,336$  г/(А·ч);

$\eta_{\Gamma}$  – выход по току, доли ед.

$$m = \frac{150000 \cdot 24 \cdot 0,336 \cdot 0,92}{10^6} = 1,113 \text{ т / сут}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация переработки цинкосодержащих отходов в цехе горячего цинкования, позволяет существенно повысить эффективность деятельности производства путем сокращения объемов закупок химических реагентов, за счет возврата вторичного цинка. Внедрение новых технологий переработки отходов, направляемых на утилизацию, позволит вернуть технологические материалы в виде солей флюсования, тем самым сократить себестоимость цинкования, а также практически исключить данные виды отходов и вредное влияние от их захоронения на экологическую ситуацию.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство свинца, цинка и кадмия: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 13-2016. М.: Бюро НДТ, 2016. 263 с. [Электронный ресурс] URL: [http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/.../ATT7ZDIT.pdf/F\\_3.pdf](http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/.../ATT7ZDIT.pdf/F_3.pdf).
2. Тарасов А.В., Бессер А.Д., Мальцев В.И. Металлургическая переработка вторичного цинкового сырья / Под ред. Тарасова А.В. М.: Гинцветмет, 2004,-219с.
3. Бахвалов Г.Т., Турковская А.В. Коррозия и защита металлов. М.: Metallurgizdat, 1959. 311с.
4. Лайнер В.И. Защитные покрытия металлов: Учебное пособие для вузов. М.: Metallurgiya, 1974. -559с.
5. ГОСТ 9.307-89 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля М.: Изд-во стандартов, 1989.
6. Технологическая инструкция ТИ 00194429-10200-07-2016 «Процесс горячего цинкования».
7. Проскуркин Е.В., Попович В.А., Мороз А.Т. Цинкование: Справочник. М.: Metallurgiya, 1988. -528с.
8. Пат. 2240363 Российская Федерация, МПК С22В7/00, Способ обогащения цинксодержащих отходов процесса горячего цинкования металла / Шуклин В.Н., Лемберг И.Н., Бряков В.В.; опубл. 20.11.2004 Бюл. № 32.
9. Пат. СССР №954470, С22В19/30, Способ переработки изгари цинка под слоем расплавленного флюса; опубл. 1980 г.
10. Пат. 2267546 Российская Федерация, МПК С22В19/30, Способ переработки изгари цинка / Кодочигов Борис Николаевич; опубл. 10.01.2006 Бюл. № 1.
11. Переработка отходов ванны горячего цинкования журнал // Сталь. 1995 №5. С.82-83