



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОВЫХ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки	22.03.02 Metallurgy
Профиль подготовки	Metallurgy of non-ferrous metals
Уровень высшего образования	Applied Bachelor

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

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теоретические основы новых пирометаллургических процессов»

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Жуков Владимир Петрович, д-р техн. наук, профессор	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, ст. научный сотрудник	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины:	180 часов (5 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель модуля/дисциплины:	По окончании обучения бакалавры будут способны: - использовать фундаментальные общеинженерные знания	

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены в объеме 36 часов (очная форма обучения) и в объеме 8 часов (заочная форма обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепить обучающимся, полученных на лекциях теоретических знаний.

Лабораторные работы для очной формы обучения

Код раздела, темы	Номер ЛР	Название	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Исследование равновесного давления диссоциации оксидов	12
P4	2	Экспериментальное определение константы равновесия в реакциях восстановления с участием монооксида углерода	12
P5	3	Исследование кинетики окисления сульфидов	12
Всего			36

Лабораторные работы для заочной формы обучения

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4	2	Экспериментальное определение константы равновесия в реакциях восстановления с участием монооксида углерода	4
P5	3	Исследование кинетики окисления сульфидов	4

Всего: 8

Методика проведения работ

Лабораторная работа № 1. Тема: *Исследование равновесного давления диссоциации оксидов*

Тип практического занятия - лабораторная работа в составе группы

Устные вопросы по теме лабораторной работы:

- какая термодинамическая функция определяет направление реакции диссоциации соединения;
- написать выражения K_p и ΔG°_T для диссоциации веществ, составы которых лежат на металлическом и на кислородном краях области гомогенности;
- какой из оксидов меди: высший или низший – являются более прочным соединением и почему;
- как изменится величина равновесного давления кислорода при увеличении активности металла в металлической фазе; может ли она уменьшиться до нуля;
- как изменится величина равновесного давления кислорода при увеличении активности окисла в расплаве и почему;
- какие условия в ходе процесса диссоциации окисла надо создавать, чтобы обеспечить наиболее полное восстановление окисла;

Лабораторная работа:

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (оксид металла по указанию преподавателя);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры): заполнение кварцевой ампулы тигля с оксидом металла; подготовка условий для проведения опыта; при достижении заданной температуры сброс тигля в реакционную зону и фиксация равновесного давления при двух разных температурах, задаваемых преподавателем;
- обработка и обобщение полученных результатов лабораторной работы;
- подготовка вывода по работе;
- оформление индивидуального отчета;
- защита отчета.

Результатом успешного выполнения лабораторной работы студентом считается:

- умение экспериментально подтвердить теоретические положения;
- умение выбирать и готовить исходные материалы, выбирать оборудование и составлять схему рабочей установки;
- умение выполнять работу по изучению равновесного давления диссоциации оксидов в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 2. Тема: *Экспериментальное определение константы равновесия в реакциях восстановления с участием монооксида углерода*

Тип практического занятия - лабораторная работа в составе группы

Устные вопросы по теме лабораторной работы:

- какие методы исследования процесса восстановления существуют их сущность;
- можно ли использовать прямой статический метод для определения упругости диссоциации окислов, обладающих большим сродством к кислороду;
- до какого содержания CO и CO₂ надо проводить опыт, чтобы узнать, что наступило равновесие;
- Окисел какого края области гомогенности будет легче восстанавливаться окисью углерода: металлического или кислородного;
- для какого состава окисла металла требуется меньшее содержание CO в смеси CO + CO₂ для восстановления;
- почему при восстановительных плавках руд или концентратов получают металл, загрязнённый примесями всех металлов, находившихся в руде;

Лабораторная работа:

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (оксид металла по указанию преподавателя, железа);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - оксид металла): взвешивание и заполнение фарфоровой лодочки 10 граммами железного порошка; создание в системе разрежения; нагрев электропечи до определенной температуры; подготовка установки, промывка; отбор пробы газовой смеси для анализа, определение в ней содержание CO и CO₂; анализировать пробы газа до наступления постоянного состава газовой смеси, что соответствует равновесному соотношению CO и CO₂;
- обработка и обобщение полученных результатов лабораторной работы;
- подготовка вывода по работе;

- оформление индивидуального отчета;
- защита отчета.

Результатом успешного выполнения лабораторной работы студентом считается:

- умение экспериментально подтвердить теоретические положения;
- умение выбирать и готовить исходные материалы, выбирать оборудование и составлять схему рабочей установки;
- умение выполнять работу по изучению определения константы равновесия в реакциях восстановления с участием монооксида углерода в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 3. Тема: Исследование кинетики окисления сульфидов

Тип практического занятия - лабораторная работа в составе группы

Устные вопросы по теме лабораторной работы:

- какие методики исследования кинетики окисления сульфидов нашли широкое применение;
- достоинство использования методики;
- чем можно объяснить тот факт, что пирит воспламеняется при более низких температурах, чем пирротин;
- пользуясь данными диаграммы зависимости ΔG°_T образования сульфидов и окислов от температуры, определить, какой из каждой пары металлов переходит в шлак, а какой в штейн: Cu – Pb; Fe – Ni; Zn – Ca;
- на основании данных по зависимости ΔG°_T образования сульфидов и сульфатов от температуры, определить, какое соединение цинка: сульфид или сульфат – более устойчивый при температуре 673K.

Лабораторная работа:

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (сульфид, инертный разбавитель);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - расход газа, изменение температуры): взвешивание и заполнение фарфоровой лодочки порошком корунда; подготовка электропечи до определенной температуры; высыпание навески исследуемого сульфида в реактор, фиксация результата окисления сульфида;
- обработка и обобщение полученных результатов лабораторной работы;
- подготовка вывода по работе;
- оформление индивидуального отчета;
- защита отчета.

Результатом успешного выполнения лабораторной работы студентом считается:

- умение экспериментально подтвердить теоретические положения;
- умение выбирать и готовить исходные материалы, выбирать оборудование и составлять схему рабочей установки;
- умение выполнять работу по изучению кинетики окисления сульфидов в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.