



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МЕТАЛЛУРГИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ**

<b>Направление подготовки</b>	<b>22.03.02 Metallurgy</b>
<b>Профиль подготовки</b>	<b>Metallurgy of non-ferrous metals</b>
<b>Уровень высшего образования</b>	<b>Applied Bachelor</b>

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 «Металлургия тяжелых цветных металлов».

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	04.12.201 5	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Жуков Владимир Петрович, д-р техн. наук, профессор. Холод Сергей Иванович, доцент. Беляев Вячеслав Васильевич, к.т.н. Загребин Сергей Анатольевич, канд. хим. наук	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, ст.науч.сотр.	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины	216 часов (6 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель модуля/дисциплины	По окончании обучения бакалавры будут способны: - сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; - применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды; - использовать процессный подход; - проводить расчёты и делать выводы при решении инженерных задач; - осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены в объеме 56 часов (очная форма обучения) и объеме 14 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 работы	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
T1	1	Диссоциация высших сульфидов	4
T1	2	Взаимодействие между оксидами и сульфидами железа	4
T1	3	Обжиг медных концентратов	4
T1	4	Плавка медных концентратов и огарков на штейн	4
T2	5	Восстановительная плавка оксида никеля (II)	4
T2	6	Плавка на штейн оксидного никельсодержащего сырья	4
T5	7	Агломерирующий обжиг свинцового концентрата	4
T5	8	Изучение восстановления оксидов металлов оксидом углерода	4
T5	9	Исследование процесса обезмеживания черного свинца	6
T6	10	Исследование диссоциации комплексных и высших сульфидов цинкового концентрата	6
T6	11	Исследование обжига цинкового концентрата в зависимости от температуры и интенсивности перемешивания огарка	6
T6	12	Исследование условий выщелачивания цинкового огарка растворами серной кислоты переменного состава	6
<b>Всего:</b>			<b>56</b>

#### Лабораторные работы для заочной формы обучения

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
T1	3	Обжиг медных концентратов	4
T1	4	Плавка медных концентратов и огарков на штейн	4
T6	11	Исследование обжига цинкового концентрата в зависимости от температуры и интенсивности перемешивания огарка	2
T6	12	Исследование условий выщелачивания цинкового огарка растворами серной кислоты переменного состава	4
<b>Всего:</b>			<b>14</b>

## Методика выполнения работ

### Лабораторная работа № 1. Тема: Диссоциация высших сульфидов

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- минералогический состав медных концентратов и огарков;
- комплексные сульфиды, их характеристики;
- границы термической устойчивости комплексных сульфидов;
- прописи химических реакций разложения по стехиометриям комплексных сульфидов;
- характеристика руд и концентратов.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (Природные минералы или синтезированные препараты высших сульфидов  $\text{CuS}$ ,  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ,  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{NiS}_2$ ,  $\text{Ni}_3\text{S}_4$ ,  $\text{NiS}$ );
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта 0,5- 1,5 ч, изменение температуры 750 - 1000<sup>0</sup>С): взвешивание навесок исследуемого сульфида; подготовка условий для проведения диссоциации; контроль за ходом процесса диссоциации и фиксация результатов в установленные промежутки времени; отбор проб для анализа результатов диссоциации; охлаждение огарка и его взвешивание;
- 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 диссоциации высших сульфидов 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: Взаимодействие между оксидами и сульфидами железа

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- минералогический состав медных и сульфидных концентратов;
- характеристика процессов взаимодействия оксидов железа с сульфидом железа;
- прописи химических реакций взаимодействия сульфидов железа с оксидом железа;
- каким образом добавка кремнезема влияет на полноту и скорость реакций взаимодействие между сульфидами и оксидами железа;
- какое практическое значение имеет реакция окисление сульфида железа магнетитом при наличии кремнезема в металлургических плавках и процессах обеднения шлака.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;

- выбор и подготовка материалов (оксида железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , сульфида железа  $\text{FeS}$ , оксида кремния  $\text{SiO}_2$  марки Ч или ЧДФ, пиритный концентрат (пирит) магнетитовый концентрат);

- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта 0,5- 1,0 ч, изменение температуры 800 - 1250 $^\circ\text{C}$ , тип и расход сульфида, оксида и кремнезема): взвешивание навесок исследуемого сульфида; расчет и взвешивание массы оксида железа и кремнезема; перемешивание исходных материалов; подготовка условий для проведения опыта; контроль за ходом опыта и фиксация результатов в установленные промежутки времени; отбор проб для анализа результатов опыта; охлаждение огарка и его взвешивание;

- 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 взаимодействия между оксидами и сульфидами железа 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: Обжиг медных концентратов**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- в каких случаях приводят обжиг медных концентратов;
- как влияет состав дутья, состав газов в печи, температура на результаты обжига;
- особенности переработки медных концентратов по комбинированной схеме;
- цель сульфатизирующего обжига;
- какова физико-химическая сущность влияния перемешивания на время достижения конечной степени десульфуризации.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;

- выбор и подготовка материалов (медный концентрат с известным содержанием меди, железа, серы, свинца, цинка и никеля);

- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта 0,5- 1,0 ч, изменение температуры 750 - 900 $^\circ\text{C}$ , тип концентрата, состав шихты): взвешивание навесок исследуемого медного концентрата; расчет и взвешивание необходимых флюсов; перемешивание исходных материалов; подготовка условий для проведения опыта; контроль за ходом опыта и фиксация результатов в установленные промежутки времени; отбор проб для анализа результатов опыта; охлаждение огарка и его взвешивание; по массе огарка и содержанию в нем серы подсчет десульфуризации;

- 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 обжига медных концентратов в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 4. Тема: Плавка медных концентратов и огарков на штейн**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- химический состав медного штейна;
- температуры плавления компонентов входящих в медный штейн;
- сущность, преимущества и недостатки различных способов плавки медьсодержащих материалов на штейн;
- химический состав шлаков;
- каковы основные причины потерь меди с отвальным шлаком, пути их снижения.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (медный концентрат с известным содержанием меди, железа, серы, конвертерный шлак, кремнезем, известняк с известным химическим и минералогическим составом);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - тип концентрата, состав шихты, флюса, конвертерного шлака): металлургический расчет шихты, взвешивание навески исследуемой шихты; перемешивание, измельчение исходных материалов; подготовка условий для проведения опыта; контроль за ходом опыта; слив расплава в изложницу, охлаждение расплава и его взвешивание; разделение слитка на шлак и штейн; взвешивание штейна; измельчение шлака и штейна, анализ на содержание меди;
- 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 плавки на штейн и шлак медного концентрата или огарка в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 5. Тема: Восстановительная плавка закиси никеля**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- химизм процесса восстановления закиси никеля;
- прописи химических реакций при восстановлении;
- попутное восстановление металлов;
- основные стадии плавки закиси никеля на металл;
- требования к восстановителю и флюсам загруженным в процесс плавки;

- требования к товарному никелю.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (закись никеля с известной концентрацией никеля, кобальта, железа и меди, восстановитель (нефтяной кокс, древесный уголь) с известным содержанием углерода);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение расхода восстановителя в % от стехиометрии, типа и крупности восстановителя, продолжительности плавки): металлургический расчет восстановителя, взвешивание закиси никеля и восстановителя; перемешивание, исходных материалов; подготовка условий для проведения опыта; контроль за ходом опыта; слив расплава в изложницу, охлаждение расплава и его взвешивание; анализ на содержание никеля;
- 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 восстановительной плавки закиси никеля в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 6. Тема: Плавка на штейн оксидного никельсодержащего сырья**  
*Тип практического занятия - лабораторная работа в составе группы*

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- состав штейна, особенности, количество;
- температурные режимы плавки на штейн;
- роль сульфидизатора при плавке;
- химизм процессов штейнообразования;
- роль кокса при плавке;
- пути повышения извлечения никеля в штейн.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов (никелевый агломерат, руда, гипс, пирит, известняк с известным химическим составом);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение типа никельсодержащего сырья (руда, агломерат), и сульфидизатора (гипс, пирит)): металлургический расчет состава шихты, взвешивание компонентов шихты; перемешивание, исходных материалов; подготовка условий для проведения опыта; контроль за ходом опыта; слив расплава в изложницу, охлаждение расплава и его взвешивание; разделение слитка на штейн и шлак; измельчение штейна и шлака, отбор проб с анализом на содержание никеля и серы;
- 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 плавки на штейн оксидного никельсодержащего сырья в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 7. Тема:** *Агломерирующий обжиг свинцового концентрата*

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- физико-химические свойства свинца, его соединений, компонентов пустой породы;
- цели и основные задачи агломерирующего обжига свинца;
- способы максимального удаления серы;
- условия для преобразования первичного шлака;
- тепловой баланс агломерации. Статьи расхода тепла;
- условия процесса агломерации;
- способы подготовки шихты агломерации, их достоинства и недостатки.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов для шихты с результатами анализа (сульфидные свинцовые концентраты, флюсы);
- выбор и подготовка свинцового агломерата с результатами анализа;
- выбор и подготовка вспомогательных материалов и реагентов (известняк, кварц, кокс, древесная стружка);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности агломерации, изменение расхода воздуха, изменение состава шихты): измельчение материалов, смешивание, взвешивание; увлажнение шихты; взвешивание вспомогательных материалов и реагентов; подготовка условий для проведения агломерации; контроль за ходом процесса обжига и спекания и фиксация результатов в установленные промежутки времени; отбор проб обжиговых газов для анализа на серу; охлаждение агломерата и его взвешивание;
- 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 агломерирующего обжига свинцовых концентратов в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 8 Тема:** *Изучение восстановления оксидов металлов оксидом углерода*

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- способы получения свинца;
- физико-химические свойства свинца, его соединений, компонентов пустой породы;
- цель пирометаллургических процессов переработки окисленных руд;
- роль известняка на показатели шахтной восстановительной плавки;
- распределение компонентов шихты по продуктам плавки;
- химические составы продуктов плавки;
- роль кинетики при восстановлении оксидов металлов;
- последовательность операций восстановления оксидов.
- число степеней свободы, физический смысл;

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка оксидов металлов (оксиды цинка, меди, кадмия, железа);
- выбор и подготовка вспомогательных материалов и реагентов (кокс, уголь древесный, каменный);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры, изменение продолжительности опыта, изменение состава исходной смеси оксидов металлов, изменение типа восстановителя и его предварительная подготовка): расчет расхода восстановителя; смешивание, взвешивание навески - оксидов металлов и восстановителя; проверка и контроль герметичности рабочей установки; контроль и фиксация температуры в процессе восстановления; фиксация объема вытесненной жидкости в установленные промежутки времени; после истечения времени прокаливании охлаждение навески и ее взвешивание;
- проведение в тех же условиях «холостого» опыта для определения убыли массы и газовой выделении из навески восстановителя;
- проведение коррекции экспериментальных результатов с учетом «холостого» опыта;
- 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 восстановления оксидов металлов оксидом углерода в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 9 Тема: Восстановительная плавка свинцового агломерата**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- способы получения свинца;
- сущность восстановительной плавки оксидных свинцовых руд;
- основные продукты плавки свинцового агломерата;
- химические реакции восстановления свинца;
- реакции восстановления до металлического состояния Cu;

- особенности восстановительной плавки.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка свинцового агломерата с результатами анализа (свинец, медь, сера);
- выбор и подготовка вспомогательных материалов и реагентов (оксид меди, сульфид свинца, кокс, уголь с результатами анализа на углерод);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры, изменение продолжительности опыта, изменение расхода восстановителя, изменение расхода оксида меди): измельчение при необходимости свинцового агломерата; смешивание, взвешивание навески - оксида меди, восстановителя и свинцового агломерата; расчет сульфида свинца; контроль и фиксация температуры в процессе плавки; подготовка изложницы для слива продуктов плавки; после истечения времени плавки охлаждение навески и ее взвешивание; разделение чернового свинца и штейна, их взвешивание; измельчение шлаков, взвешивание; проведение анализа шлака на свинец; расчет извлечения свинца в шлак, в черновой свинец, штейн;
- 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 восстановительной плавки свинцового агломерата в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 10 Тема: Исследование диссоциации комплексных и высших сульфидов цинкового концентрата**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- при какой температуре высшие сульфиды начинают интенсивно диссоциировать;
- прописи химических реакций разложения по стехиометриям комплексных сульфидов;
- поведение сульфида цинка при температурах обжига;
- поведение сульфидов железа при нагреве до 1100<sup>0</sup>С.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка цинкового концентрата с результатами анализа (железо, свинец, медь, цинк);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры, изменение продолжительности опыта, состав концентрата): измельчение при необходимости цинкового концентрата; взвешивание навески - цинкового концентрата; контроль и фиксация температуры в процессе обжига; подготовка изложницы для приема огарка; охлаждение огарка и его взвешивание; расчет выхода огарка; расчет извлечения цинка в огарок и степени десульфуризации;
- 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 влияния температуры и продолжительности процесса на степень протекания реакций диссоциации в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 11 Тема:** *Исследование обжига цинкового концентрата в зависимости от температуры и интенсивности перемешивания огарка*

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- цель обжига цинковых концентратов при пирометаллургическом способе получения цинка;
- зачем производят обжиг цинковых концентратов при пирометаллургическом способе получения цинка;
- цель обжига при гидromеталлургическом способе получения цинка;
- при каком обжиге и зачем в огарке оставляют часть сульфатной серы;
- процессы сульфато- и ферритообразования при обжиге цинковых концентратов.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка цинкового концентрата и огарка с результатами анализа (цинк);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры, интенсивность перемешивания): измельчение цинкового концентрата; взвешивание навески; контроль, регулирование и фиксация температуры; подготовка изложницы для приема огарка; отбор и фиксация огарка через определенные промежутки времени перемешивания и его взвешивание; анализ огарка на цинк, железо, серу;
- 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 процесса обжига цинкового концентрата в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.

**Лабораторная работа № 12. Тема:** *Исследование условий выщелачивания цинкового огарка растворами серной кислоты переменного состава*

*Время на выполнение задания* - 4 часа

*Тип практического занятия - лабораторная работа в составе группы*

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- определение выщелачивания и его стадии;
- химизм процессов и теоретические основы кислого выщелачивания;
- теоретические основы и химизм процессов нейтрального выщелачивания;
- прописи основных химических реакций при выщелачивании огарка;
- от чего зависит скорость выщелачивания;
- поведение примесей при кислом выщелачивании;
- поведение примесей при нейтральном выщелачивании.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка обожженного цинкового концентрата с результатами анализа (цинк);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - температура раствора, коэффициент избытка растворителя, частота вращения мешалки, гранулометрический состав огарка (содержание, класса-0,15 мм в огарке, %): выбор необходимого объема модельного раствора отработанного цинкового электролита, установка стакана в кассету водяной бани; расчет величины навески огарка, взвешивание; помещение навески огарка в раствор и фиксация времени начала опыта; поддержание рН пульпы через определенные промежутки времени отбор проб пульпы их фильтрация и фиксация в сухих колбах; отбор аликвот и их помещение в конические колбы для анализа на кислоту; отбор аликвот и их помещение в конические колбы для анализа на цинк; расчет извлечения цинка из огарка в раствор;
- 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 процесса обжига цинкового концентрата в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.