



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МЕТАЛЛУРГИЯ МЕДИ И СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

<b>Направление подготовки</b>	<b>22.03.02 Металлургия</b>
<b>Профиль подготовки</b>	<b>Металлургия цветных металлов</b>
<b>Уровень высшего образования</b>	<b>Прикладной бакалавриат</b>

Рассмотрено на заседании кафедры Metallургии  
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 меди и сопутствующих элементов».

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. науч. 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: - 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 расчеты и делать выводы при решении инженерных задач; - осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке; - выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	

Лабораторные работы по дисциплине в объеме 52 часов (очная форма обучения) и в объеме 10 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	Окислительный обжиг медного концентрата в агрегатах с неподвижным слоем	12
T2	2	Окисление сульфидов кислородом шлака	12
T3	3	Моделирование второго периода конвертирования медных штейнов	12
T5	4	Исследование гидрометаллургических процессов извлечения меди	16
<b>Всего:</b>			52

#### Лабораторные работы для заочной формы обучения

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
T1	1	Окислительный обжиг медного концентрата в агрегатах с неподвижным слоем	4
T2	2	Окисление сульфидов кислородом шлака	2
T3	3	Моделирование второго периода конвертирования медных штейнов	2
T5	4	Исследование гидрометаллургических процессов извлечения меди	2
<b>Всего:</b>			10

**Лабораторная работа № 1. Тема: Окислительный обжиг медного концентрата в агрегатах с неподвижным слоем**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- физико-химические свойства меди, ее соединений, компонентов пустой породы;
- цели и основные задачи окислительного обжига медного концентрата;
- условия максимального удаления серы;
- тепловой баланс окислительного обжига медного концентрата. Статьи расхода тепла;
- способы подготовки шихты для окислительного обжига медного концентрата.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов для окислительного обжига (медный концентрат);
- выбор и подготовка медного концентрата усредненного состава;
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры обжига (400 - 700<sup>0</sup>C), изменение продолжительности обжига и интенсивности перемешивания огарка: измельчение материалов, взвешивание; подготовка условий для проведения обжига; контроль за ходом процесса обжига и спекания и фиксация результатов в установленные промежутки времени; отбор проб огарка для анализа на серу; охлаждение огарка и окончательное 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 окислительного обжига медного концентрата в агрегатах с неподвижным слоем 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: Окисление сульфидов кислородом шлака**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- способы получения черновой меди;
- химизм окисления сульфидов кислородом высших оксидов железа;
- основные продукты окисления;
- химические реакции окисления;
- особенности жидко - фазного окисления;
- роль окисления сульфидов кислородом шлака в общем окислительном процессе;

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка шлака с результатами анализа (трехвалентное железо);
- выбор и подготовка вспомогательных материалов и реагентов (сульфид железа);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры 1150-1300<sup>0</sup>C, изменение продолжительности опыта, изменение содержания трехвалентного железа в шлаке): расчет потребного

количества шлака для окисления; взвешивание навески сульфида железа; смешивание с предварительно измельченным шлаком; контроль и фиксация температуры и времени опыта; подготовка изложницы для слива продуктов взаимодействия; после истечения времени взаимодействия охлаждение навески и ее взвешивание; отделение оксидной части шлака от основы, взвешивание остаточного сульфидной части и анализ на 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 с целью достижения необходимой степени десульфуризации 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: Моделирование второго периода конвертирования медных штейнов**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- реакции второго периода конвертирования;
- физико-химические свойства меди, его соединений, компонентов пустой породы;
- роль второго периода в общем тепловом балансе конвертирования;
- разница содержания  $SO_2$  во втором и первом периодах, где выше;
- продукты второго периода.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка белого мата с результатами анализа (медь);
- выбор и подготовка вспомогательных материалов и реагентов (оксид меди 1);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры 1150-1250<sup>0</sup>С, коэффициент избытка  $Cu_2O$  сверх стехиометрии реакции в интервале 1-2): взвешивание навески; контроль, регулирование и фиксация температуры; фиксация газовой выделения и его завершения; изменяя температуру и коэффициент избытка закиси меди добиваемся завершения реакции;
- 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 моделирования второго периода конвертирования медных штейнов 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: Исследование гидрометаллургических процессов извлечения меди**

*Тип практического занятия* - лабораторная работа в составе группы

*Устные вопросы по теме лабораторной работы:*

- реагенты, используемые для выщелачивания;
- факторы, определяющие перевод меди в раствор;
- продукты выщелачивания;
- принципы очистки раствора методом цементации.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка медного концентрата с результатами анализа (медь);
- выбор и подготовка вспомогательных материалов и реагентов (серная кислота);
- выполнение опытов в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение температуры 60 - 90<sup>0</sup>С, концентрация серной кислоты, содержание меди в концентрате, продолжительность опыта): взвешивание навески; контроль, регулирование и фиксация температуры; смешивание концентрата с кислотой в реакторе с мешалкой; периодический отбор проб для анализа на медь;
- 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 одного из гидрометаллургических процессов извлечения меди в различных условиях;
- умение обрабатывать и обобщать полученные результаты лабораторной работы, оформлять индивидуальный отчет;
- умение готовить предложения для принятия обоснованного решения.