



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ**

**Направление подготовки** 22.03.02 **Металлургия**

**Профиль подготовки** **Металлургия цветных металлов**

**Уровень высшего образования** **Прикладной бакалавриат**

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

г. Верхняя Пышма  
2021

Методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Металлургия черных 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	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Братковский Евгений Владимирович, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины	72 часа (2 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	

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены в объеме 14 часов (очная форма обучения) и в объеме 4 часов (заочная форма обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепить обучающимся, полученных на лекциях теоретических знаний.

#### Тематика лабораторных работ очная форма обучения

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
10	1	Определение максимальной окисленности металлической ванны при ее кислородном рафинировании	4
11	2	Изучение процесса взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной	4
11	3	Имитационное моделирование продувки металла в кислородном конвертере с верхней подачей дутья	4
15	4	Имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали	2
<b>Всего:</b>			<b>14</b>

#### Тематика лабораторных работ заочная форма обучения

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
10	1	Определение максимальной окисленности металлической ванны при ее кислородном рафинировании	1
11	2	Изучение процесса взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной	1
11	3	Имитационное моделирование продувки металла в кислородном конвертере с верхней подачей дутья	1
15	4	Имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали	1
<b>Всего:</b>			<b>4</b>

#### Методика проведения работ

##### Лабораторная работа № 1. Тема: Имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали

Устные вопросы по теме лабораторной работе:

1. Что такое химический потенциал компонента?
2. Термодинамические параметры взаимодействия первого и второго порядков.
3. Какова связь коэффициента активности и параметра взаимодействия?
4. Вывод расчетного уравнения для определения растворимости кислорода в 5. металлической ванне сложного состава, находящейся в равновесии с оксидной фазой.

6. Выбор стандартного состояния для компонента, растворенного в металлическом и шлаковом расплавах.

7. Коэффициент активности кислорода в многокомпонентном расплаве на основе железа.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов;
- выполнение моделирования процесса обработки стали на агрегате доводки стали в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта и изменение температуры);
- 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. Изучение процесса взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной**

Устные вопросы по теме лабораторной работе:

1. Почему работа проводится методом моделирования?
2. Какие гидродинамические силы определяют глубину образующейся лунки внутри струи газа в жидкость?
3. Как влияет режим продувки на рафинировочные процессы в кислородном конвертере?
4. Реакционная зона при продувке в реальном кислородном конвертере и ее элементы.
5. Какой критерий необходимо брать за определяющий при моделировании взаимодействия струй газа с жидкостью?
6. Почему требуется видоизменение известного критерия моделирования взаимодействия газовых струй с жидкостью?
7. Как определяется и контролируется расход газа в данной работе?
8. Какие физические величины необходимо фиксировать во время экспериментов при выполнении данной работы?

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов;
- изучение процесса взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта и изменение температуры);
- 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 №3. Имитационное моделирование продувки металла в кислородном конвертере с верхней подачей дутья**

Устные вопросы по теме лабораторной работе:

1. Порядок загрузки шихтовых материалов в конвертер.
2. Изменение средней температуры ванны во время продувки.
3. Структура первичной и вторичной реакционных зон.
4. Структура конвертерной ванны в середине продувки.
5. Роль газо-шлако-металлической эмульсии в конвертере.
6. Участки преимущественного окисления углерода в конвертерной ванне.
7. Факторы, определяющие окисленность конвертерного шлака.
8. Выбросы из конвертера: причины их возникновения и меры борьбы с ними.
9. Распределение присадок неметаллических материалов по ходу продувки.
10. Характер и причины изменения положения фурмы по ходу продувки.
11. Действия оператора для повышения температуры металла.

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов;
- имитационное моделирование продувки металла в кислородном конвертере с верхней подачей дутья в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта и изменение температуры);
- 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 №4. Имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали**

Устные вопросы по теме лабораторной работе:

1. Что такое раскисление стали и с какой целью оно проводится?
2. Что такое легирование стали и с какой целью оно проводится?
3. Какие раскислители используются при раскислении кипящей, полуспокойной и спокойной стали?

4. Какие факторы влияют на угар элементов при раскислении?
5. Какие задачи решаются при обработке металла на агрегате доводки?
6. Назначение и технология продувки металла инертными газами?  
назначение и технология обработки металла порошкообразными реагентами?
7. Способы корректировки температуры металла на АДС металла и их эффективность?
8. Технологические особенности обработки металла на АДС?

*Лабораторная работа:*

- выбор основного и вспомогательного оборудования, составление схемы рабочей установки;
- выбор и подготовка материалов;
- имитационное моделирование процесса обработки стали на агрегате доводки стали в соответствии с определенными условиями (задаются преподавателем - изменение продолжительности опыта и изменение температуры);
- 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.