



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**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 «Материаловедение».

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/	Худорожкова Юлия Викторовна, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, с.н.с.	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины:	108 часов (3 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель модуля/дисциплины:	По окончании обучения бакалавры будут способны осуществлять технологические процессы обработки материалов.	

Руководство к лабораторным работам содержит описание 6-и работ по материаловедению. Руководство содержит описание целей, план проведения работ, содержание работ и методические указания для написания отчета.

Качественное выполнение лабораторных работ является необходимым условием закрепления теоретических знаний. Перед выполнением лабораторных работ необходимо самостоятельно проработать соответствующие разделы курса.

К лабораторным работам допускаются студенты, успешно сдавшие тест по соответствующему теоретическому разделу.

При проведении лабораторных работ группа делится на бригады по 2 человека. Лабораторные работы проводятся под руководством преподавателя.

При выполнении лабораторных работ слушатели оформляют отчеты и в индивидуальном порядке защищают их перед преподавателем. При защите работы слушатели, руководствуясь теоретическими положениями по изучаемой проблеме, должны объяснить результаты экспериментального исследования, дать характеристики используемого оборудования, приборов и инструментов.

Отчет по лабораторным работам выполняется на отдельных листах. Схемы, графики и рисунки выполняются с применением чертежного инструмента. После защиты отчет сдается преподавателю.

## **Методика выполнения работ**

### **Лабораторная работа № 1**

#### **МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Цель работы: ознакомление с методами металлографического анализа и контроля качества материалов.

План работы

1. Изучить поверхности изломов выданных преподавателем образцов.
2. Провести макроанализ представленных материалов.
3. Ознакомиться с принципом работы металлографического микроскопа.

Содержание отчета

Привести описание принципа работы металлографического микроскопа. Зарисовать рассмотренные изломы и структуру материалов. Дать характеристику рассматриваемых структур.

### **Лабораторная работа № 2**

#### **КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ**

Цель работы:

1. Изучить влияние температуры нагрева и условий охлаждения жидкого металла на размер и форму зерна в слитке.
2. Изучить влияние модифицирования на размер зерна.

Задание: на технически чистом алюминии получить слитки со следующей структурой:

- ✓ крупнозернистая глобулярная,
- ✓ мелкозернистая глобулярная,
- ✓ столбчатая,
- ✓ смешанная (столбчатая и глобулярная),
- ✓ мелкозернистая за счет модифицирования.

Нагрев металла производится в тиглях, помещенных в нагревательные электропечи. Для охлаждения используются: толстостенные и тонкостенные металлические изложницы: и песок» Температура плавления алюминия 657°.

Перегреть металл до 900 °С и разлить в две формы: первую половину в толстостенную металлическую изложницу для получения столбчатой структуры, а вторую половину – в тонкостенную металлическую изложницу для получения смешанной структуры.

Расплавить металл и, не перегревая его, отлить в песок для получения мелкозернистой глобулярной структур.

Перегреть металл и разлить в две формы: первую половину в песок – для получения крупнозернистой глобулярной структуры, во вторую половину добавить модификатор - лигатуру титана (примерно 5 % на половину тигля жидкого металла), дать выдержку 3–5 мин, перемешать и отлить в песок.

На всех полученных слитках приготовить макрошлифы. Для этого ножовкой удалить 1/3 по высоте слитка (усадочная раковина), а на оставшейся части слитка напильником зачистить ровную горизонтальную площадку и затем шлифовать на различных номерах наждачной бумаги, переходя от более грубой к более тонкой.

Все макрошлифы протравить до выявления структуры.

Содержание отчета

Объяснить, что такое самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация, и какая из них играет главную роль при кристаллизации чистых металлов?

Привести зарисовки макроструктур всех слитков и обосновать выбор температуры нагрева и условий охлаждения для получения заданных структур, т.е. отметить, как и почему влияет температура на размер зерна и от каких факторов зависит форма зерна при кристаллизации чистых металлов.

Какие вещества называют модификаторами и какие требования к ним предъявляются? Объясните, почему несмотря на перегрев металла, при добавке модификатора, в слитке получается мелкое зерно?

### Лабораторная работа № 3

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ

Цель работы: изучить структуры железо-углеродистых сталей и чугунов в равновесной состоянии.

План работы

На готовых шлифах, взятых из коллекции, изучить микроструктуру Технического железа, доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных сталей с различным содержанием углерода, доэвтектоидного и заэвтектоидного белого чугуна и серых чугунов с различной формой графита и металлической основы. Структура серых чугунов изучается, на шлифах без травления (рассматривается форма и размер графитной составляющей) и после травления (рассматривается как графит, так и металлическая основа).

Зарисовать микроструктуру железо-углеродистых сплавов (номер шлифов дается преподавателем).

В отчете. Описать микроструктуру железо-углеродистых сплавов. Показать положение изученных сплавов на диаграмме железо-углерод.

Описать превращения протекающие в заданном сплаве.

### Лабораторная работа № 4

## ЛИКВАЦИЯ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

### 1. Внутрикристаллическая ликвация

Цель работы: выяснить влияние диффузионного отжига на микроструктуру сплава с наличием ликвации.

План работы

1. Приготовить микрошлиф на взятом образце литого сплава меди с 30 % никеля. Протравить водным раствором хлорного железа. Изучить и зарисовать структуру образца.

2. Подвергнуть образец такого же сплава диффузионному отжигу при температуре 1050 - 1100 ос с выдержкой 1-1,5 ч и охладить на воздухе. Приготовить микрошлиф, протравить раствором хлорного железа.

Содержание отчета

Описать особенности структуры литого сплава, объяснить причины ее образования. Обосновать выбранную температуру диффузионного отжига. Указать причины и суть явлений, вызывавших изменение структуры сплава после отжига.

## **2. Ликвация по удельному весу**

Цель работы: выяснить влияние скорости охлаждения и введения в сплав добавки меди на структуру заэвтектического сплава системы свинец – сурьма.

План работы

1. Приготовить три шлифа на образцах сплава системы свинец – сурьма, например 20 % сурьмы и 80 % свинца. Один шлиф из слитка заданного состава, полученного из расплава после медленного охлаждения. Второй шлиф из слитка такого же состава, но отлитого в толстостенную металлическую изложницу для быстрого охлаждения. Третий шлиф из сплава такого же состава, в расплав которого перед разливкой добавили стружку меди в количестве 3-5 % от общего веса сплава и который затем медленно охладил, как и первый сплав.

2. Изучить и зарисовать структуру сплавов различных участков по высоте слитков.

Содержание отчета

Описать суть явлений ликвации по удельному весу в сплавах свинца с сурьмой, указать, как влияет скорость охлаждения и добавка меди на развитие ликвации.

## **3. Явление расслоения жидкой фазы в сплавах**

Цель работы: изучить явление расслоения жидкой фазы в сплаве свинец-цинк.

План работы

1. Приготовить шлиф на образце сплава, состоящего из 30 % цинка, 70 % свинца.

2. Исследовать и зарисовать структуру металла.

Содержание отчета

Объяснить причину получения неоднородной макроструктуры изучаемого сплава по высоте слитка при выбранных условиях производства сплава.

## Лабораторная работа № 5

### ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: изучить влияние степени холодной пластической деформации и последующей рекристаллизации на изменение структуры и твердости алюминия.

Задание 1 Пластическая деформация и рекристаллизация алюминия

План работы:

Исследование проводится на литой алюминиевой пластинке толщиной 5–6 мм.

Зарисовать макроструктуру дендритного листового алюминия (без травления).

Подвергнуть пластинку литого алюминия травлению, зарисовать макроструктуру алюминия после травления.

Определить твердость литого алюминия по Бринеллю при нагрузке 250 кг шариком 10 мм. Твердость необходимо замерять на заранее зачищенной горизонтальной площадке в средней части пластинки.

В месте зачистки измерить толщину пластинки микрометром.

Деформировать пластинку методом холодной пластической прокатки, с различными степенями деформации.

После прокатки измерить полученную толщину пластинки микрометром, подсчитать степень деформации.

Проверить твердость по Бринеллю в средней части пластинки.

Определение степени деформации ведется по формуле, причем необходимо помнить, что каждый раз в формуле подставляется начальная толщина пластинки ( $h_0$ ) а не та, которая получилась после предыдущей прокатки.

После прокатки уточнить полученную степень деформации и определить твердость по середине пластинки. Полученные данные занести в таблицу.

По полученным данным построить в определенном масштабе кривую наклепа в координатах: степень деформации – твердость по Бринеллю (НВ).

Подвергнуть деформированную пластинку рекристаллизации при температуре 600 °С, в течение 20 минут. Охладить на воздухе. После рекристаллизации протравить узкий конец пластинки. Зарисовать макроструктуру. Измерить твердость по Бринеллю при нагрузке 250 кг по середине пластинки.

После рекристаллизации пластинку вновь подвергнуть деформации путем пробивки отверстия керном и загиба одного из концов на 180 °С. Отверстие пробивается на широком конце пластинки, узкий конец загибается.

Деформированную пластинку рекристаллизовать при тех же условиях, при которых проводилась первая рекристаллизация. Протравить оба конца пластинки. Изучить и зарисовать микроструктуру

В отчете кратко описать экспериментальную часть. Привести полученные данные. Объяснить, почему после пластической деформации повышается твердость. Что такое наклеп и его причины? Подсчитать температуру рекристаллизации алюминия по формуле Бочвара. Почему в работе температура рекристаллизации выбрана значительно больше, чем подсчитанная по формуле.

Какая структура получилась после первой рекристаллизации и почему? Что понимается под первичной рекристаллизацией? Какое влияние оказал отжиг на твердость? Какая структура получилась после первой деформация пробивкой отверстия и рекристаллизации? Объяснить, почему на различном расстоянии от отверстия наблюдается различное по величине зерно? Что называется критической степенью деформация? Сделать краткие выводы по работе.

В отчете кратко описать порядок выполнения работы. Привести в масштабе диаграммы состояния изучаемых сплавов. Во всех областях диаграммы расставить фазы. Нанести линии фигуративных точек выбранных сплавов. Описать фазовые превращения, происходящие в сплавах в условиях медленного охлаждения. Объяснить влияние скорости, охлаждения на структуру сплавов. По работе сделать краткие выводы.

## Лабораторная работа № 6

### ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Цель работы: познакомиться со структурами цветных металлов и сплавов в отожженном состоянии.

Плен работы

Работа проводится на готовых шлифах из коллекции цветных металлов и сплавов, имеющихся на кафедре.

При увеличении  $\times 200$  изучаются структуры следующих металлов и сплавов:

медь с примесями свинца, висмута или кислорода

латуни однофазные и двухфазные;

бронзы однофазные и двухфазные;

дуралюмины;

силумины, модифицированные и немодифицированные;

подшипниковые сплавы.

Структуры изучаемых шлифов нужно зарисовать и подписать структурные составляющие. Для того чтобы разобраться в структурных составляющих следует воспользоваться соответствующими диаграммами состояния. Рассмотреть фазовые превращения, происходящие в сплавах в условиях медленного охлаждения и сделать заключение об образовавшихся структурных составляющих.

