

## ***Получение и анализ сплавов цветных металлов***

*Алтухов А.А., Андреев С.А.*

*химия*

*9 класс, МБОУ СОШ №5 г. Дивногорск, Красноярский край*

*Научный руководитель: Даниленко О.В., БМОУ СОШ №5 г. Дивногорск,*

*Лычакова С.Н., МБОУ СОШ №5 г. Дивногорск*

**Актуальность работы.** Какими будут материалы будущего? Сегодня уже разработаны и ведутся разработки материалов, о которых люди прошлого могли только мечтать. Они будут дешевле, прочнее, лучше, качественнее во всех отношениях. Получение знаний в области материаловедения - науки о связях между составом, строением и свойствами материалов очень важны для современных выпускников.

Все металлы, которые интенсивно используются современной промышленностью, являются именно сплавами. Так, более 90% всего получаемого в мире железа идет на изготовление чугунов и различных сталей. Объясняется такой подход к делу тем, что сплавы металлов в большинстве случаев демонстрируют лучшие свойства, нежели чем чистые металлы. Одним из современных важных направлений международных исследований металлургии является получение сплавов с памятью формы, такие сплавы нашли применение во многих отраслях науки и техники, в частности в медицине [3]. Однако для эффективного моделирования необходимо знать свойства конкретного материала, из которого изготовлено то или иное изделие, и исследовать его механические и химические характеристики.

Учитывая значимость указанного противоречия, проблема исследования заключается в следующем: возможно ли в условиях школьной лаборатории получить сплавы цветных металлов и изучить их свойства?

Знакомство с исследованиями в области металлургии [1] показало, что они направлены на решение таких задач как: 1) разработка новых видов сплавов, изучение их структуры и свойств; 2) получение коррозионно-стойких

материалов на основе сплавов цветных металлов; 3) разработка литейных технологий.

**Цель работы:**

- 1) получения сплавов цветных металлов и сравнение их механических и химических свойств;
- 2) сравнение качества отливок, полученных с помощью разных литейных форм.

**Задачи:**

- 1) Познакомиться с основами металлургии и литейного производства.
- 2) Освоить навыки изготовления песчано-глинистой и гипсовой литейной формы.
- 3) Освоить методику расчёта шихты и произвести отливку сплава.
- 4) Сравнить полученные сплавы на механические и химические свойства.

**Гипотеза:** предполагаем, что: 1) от вида литейных форм зависит качество отливки; 2) легирующие элементы могут изменять свойства сплавов.

**Объект исследования:** 1) отливки двух видов сплавов;  
2) материалы литейных форм для отливки сплавов.

**Предмет исследования:** 1) механические и химические свойства сплавов ПОС 10 и Баббит; 2) свойства смесей для литейных форм.

**Методы исследования:** 1) анализ источников информации;  
2) шихтование и технология литья сплавов;  
3) макроскопический и микроскопический анализ микроструктуры сплавов.

В практической работе использовали демонстрационные материалы (экспериментальный набор – конструирование сплавов) для спецкурса “Металлургия”, автор: Власов А.А. Выбраны металлы олово и свинец, так как из них можно получить сплав в школьной химической лаборатории, т.к.  $t$  плавления выбранных металлов не высокая (до  $400^{\circ}\text{C}$ ). Готовим два сплава ПОС 10 и Баббит.

**Шихтование** –это процесс смешивания компонентов с разным содержанием химических элементов, для последующей плавки и создания заданного сплава.

**Расчет шихты** – подбор и нахождение соотношений состава заданного сплава. Использовали методику расчета шихты, автор Никитина Ю.В.[7]

Выбираем сплав ПОС 10, который планируем получить на практике. Определяем расчётный химический состав (по ГОСТУ) 90% Pb, 10%Sn.

На первом этапе работы рассчитываем необходимое количество компонентов для сплава ПОС 10. Нам требуется приготовить 100 г сплава марки ПОС10.  
 $Sn=10\% \cdot 100\text{гр}/100\%=10\text{гр}$ ,  $Pb=90\% \cdot 100/100\%=90\text{гр}$ .

Для сравнения используем готовую смесь для получения сплава Баббит: 83% Sn, 12% Pb, 5% Cu. Рассчитываем необходимое количество компонентов для сплава Баббит. Нам требуется приготовить 50г сплава марки Баббит. Берём  
 $Sn=83\% \cdot 50\text{гр}/100\%=41,5\text{гр}$ ;  $Pb=12\% \cdot 50\text{гр}/100\%=6\text{гр}$ ;  $Cu=5\% \cdot 50\text{гр}/100\%=2,5\text{гр}$ .  
Рассчитанное количество металлов взвешиваем на электронных весах.

На втором этапе, после изучения литературы по видам литейных форм и методике их приготовления [2,4, 6] для практической части, выбрали две формы.

### **1) Изготовление песчано-глинистой формы**

Приготовили необходимые материалы для изготовления формы: формовочная смесь (песок, глина), квадратная деревянная форма и колотушка для уплотнения песка.

На стол положили лист бумаги, поставили квадратную деревянную форму, в середину данной формы приложили формовочный материал заполненный пластилином, поставили квадратный ограничитель и приступили к утрамбовке песчаной массы.

### **2) Изготовление гипсовой формы**

Для подготовки гипсового раствора необходимо смешать гипс и воду в соотношении 7:10. Заполнить форму пластилином. подготовить опоку (форма для заливки-стакан) и поместить фигуру с пластилином. Зазор между фигуркой стенками опоки не должен быть меньше 25мм. Залить фигуру гипсовым

раствором до полного покрытия + 10-15мм сверху. Заливать нужно от стенок к центру, чтобы избежать смещения фигуры. Оставить до полного застывания на 2-3 дня. Достать из опоки формовочный материал, удалить из него пластилин.

Третий этап включает отливку сплава

По методике Никитиной Ю.В.[5] включает в себя следующие этапы:

1. Загрузить шихту (сплав) в металлический ковшик
2. Поместить ковшик на печь, предварительно разогретую до 350<sup>0</sup>С
3. Приготовить изложницу (форму, заполняемая расплавленным металлом) для отливки.
4. Снять шлак (побочный продукт, образованный оксидами металлов) с поверхности расплава
5. Произвести выливку расплава.
6. Охладить полученную отливку. Минимум 5-10 минут до полного остывания металла.
7. Извлечь деталь из формы.

Четвёртый этап: Анализ сплавов

Проверка сплава на механические свойства. Методика Никитиной Ю.В. [5]

А) Макроанализ (табл. 1).

Таблица 1

Сравнения сплавов на физические свойства

Вид сплава	Цвет	Твёрдость	Т пл, С
ПОС 10	серебристо-матовый	2-3	300 <sup>0</sup> С
Баббит	серебристый с золотистым отливом	6	350 <sup>0</sup> С

При помощи ножа можно определить, относится ли образец к числу менее или более твердых минеральных пород, значение которых по Моосу переваливает за 5-6. По шкале Мооса ПОС 10 ближе к гипсу и кальциту,

Баббит –к аппатиту. ПОС 10 легко режется ножом, оставляя глубокую борозду, Баббит сложнее поддается воздействию ножа.

Б) Микроанализ на различные дефекты с помощью USB-микроскопа.

Микроскопический анализ заключается в исследовании структуры специально подготовленных образцов (микрошлифов) при увеличениях от 30х до 1800 х. Результаты представлены в таблице 2.

Микроструктура сплава ПОС 10 – вытянутая, Баббита – равноостная.

Таблица 2

Виды дефектов

Название сплава	Вид дефекта	Возможные причины
ПОС 10	Песчаные раковины	Разрушение формы при извлечении из неё модели, разрушение металлом слабо набитых мест формы
	Газовые раковины	Переуплотнение смеси препятствует удалению газов. Не переуплотнять смесь, заливать металл не слишком быстро.
Баббит	Газовые раковины	Переуплотнение смеси препятствует удалению газов. Не переуплотнять смесь, заливать металл не слишком быстро.

В) Шлифовка образцов сплавов наждачной бумагой разной (крупной и мелкой) зернистости.

Шлифовка и полировка металла применяются для устранения дефектов и придания гладкости обрабатываемой поверхности. В ряде процессов по обработке металла образуются царапины, раковины, следы температурной обработки и остатки шлака.

Под микроскопом можно наблюдать изменение структуры поверхности сплава после проведенной операции (шлифовки). Все сплавы имеют мелкозернистую структуру.

Г) Кислотно-щелочное травление

Технология применяется для очистки заготовок от окалины, ржавчины, окислов и снятия верхнего слоя металла для поиска внутренних дефектов, изучения макроструктуры материала. Выполняется в емкости с активным веществом (кислотный или щелочной раствор)

Технология травления сплава по методике Никитиной Ю.В. [5] включает в себя:

- 1) Подготовка поверхности сплава (очистка)
- 2) Приготовление раствора для травления (кислотный – серная кислота конц. или щелочной- гидроксид калия конц.)
- 3) Травление - погрузить образец в емкость с раствором и выдержать некоторое время (5-20 минут).
- 4) Промывка в воде и сушка.

Когда протравливаемая поверхность имеет свежий металлический блеск травление завершают. Необходимо обязательно соблюдать технику безопасности!!!



Сплавы подвержены коррозии. Реакции протекают с образованием солей и выделением оксида серы (+4).

## **Заключение**

В результате исследования было выяснено:

1) Песчано-глинистая форма проста в изготовлении изложницы и многоразовая, гипсовая форма более хрупкая, одноразовая и занимает 2-3 дня для высыхания гипсового раствора. Количество дефектов больше в песчано-глинистой форме, что связано с нарушением технологии получения отливки. На количество дефектов влияет твердость сплава, в отливке ПОС их больше, чем в отливке из Баббита.

2) Сплав Баббит имеет более высокую температуру плавления, что позволяет сократить процесс литья и использование буры для понижения температуры плавления

3) Размер зерен при кристаллизации сплава зависит от числа частичек нерастворимых примесей (шлака), которые играют роль готовых центров кристаллизации. Чем больше частичек, тем мельче зерна закристаллизовавшегося металла. При литье сплава Баббит образуется меньше шлака, чем при литье сплава ПОС 10

4) Сплавы имеют разную микроструктуру, по причине разного состава химических элементов.

5) По твёрдости ПОС 10 уступает Баббиту, т.к. содержит в своём составе 90% свинца.

6) Присутствие легирующего элемента в сплаве Баббит изменяет физические и механические свойства сплава в сторону прочности.

7) Оба сплава поддаются коррозии в кислой среде, с выделением  $SO_2$ . Одним из способов предотвращения коррозии является покрытие сплава лаком, краской, введением ингибиторов.

8) Оба сплава устойчивы к действию щёлочи.

9)

## **ВЫВОДЫ:**

1. Познакомились с основами металлургии и литейного производства.
2. Освоили навыки изготовления песчано-глинистой и гипсовой литейной формы. Выяснили, что формы для литья: пластичны, прочны, огнеупорны. Гипсовая форма имеет низкую газонепроницаемость, что негативно сказывается на качестве полученного изделия с различными видами дефектов.
3. Освоили приемы шихтования и приготовили сплавы на основе олова и свинца. Подтвердили гипотезу о том, что добавление легирующего элемента изменяет физические и механические свойства сплава.
4. Провели макро и микроскопический анализ полученных сплавов, проверили механические и химические свойства. По прочности и твёрдости ПОС 10 уступает сплаву Баббит.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Институт цветных металлов и материаловедения (СФУ) - [http://icmim.sfu-kras.ru/mitom\\_nir](http://icmim.sfu-kras.ru/mitom_nir)
2. Колачёв Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. — М.: МИСиС, 1999. — 416 с.
3. Кучумов А.Г., Лохов В.А., Словигов С.В. Экспериментальное исследование сплавов с памятью формы, применяющихся в медицине / Российский журнал биомеханики, 2009, том 13, № 3 (45): С. 7–19.
4. Материаловедение: Учебное пособие / М.А. Смирнов, К.Ю. Окишев, Х.М. Ибрагимов, Ю.Д. Корягин — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — Ч. I. — 139 с.
5. Материаловедение [Электронный ресурс]: электрон. образовательный контент по дисциплине Материаловедение / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. Ю. В. Никитина. - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2013.
6. Учебно – технологический практикум по литейному производству: Учебное пособие /Под ред. В.Д. Винокурова, А.В. Козлова. – М: Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.