

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО СУЛЬФИДНОГО СЫРЬЯ

Для установления физико-химической природы фаз в штейнах и фэйнштейнах, необходимо рассмотреть бинарные системы Cu-S, Ni-S, Fe-S, ибо структурные составляющие в этих системах могут служить фазами в штейнах и фэйнштейнах, а также являться началом при образовании в них новых фаз.

At the first it is necessary to consider the double systems Cu-S, Ni-S, Fe-S so as to establish the physical-chemical nature of the phases in the stain and fimestain because the structure compounds in this systems can be used for the phases in the stain and finestain but moreover can be the beginning so as to form new phases in it.

Штейны и фэйнштейны представляют собой промежуточные продукты медно-никелевого производства. Все явления, происходящие в штейнах, можно рассматривать с позиции либо трехкомпонентной системы Ni – Fe – S, либо четверной системы Cu – Ni – Fe – S, в частности, ее триангулярного разреза FeS – Ni₃S₂ – Cu₂S, в который укладываются по составу большинство заводских штейнов. Процессы, происходящие в фэйнштейнах в зависимости от их состава при различных температурах, полностью следуют законам взаимоотношения компонентов в тройной системе Cu – Ni – S [4].

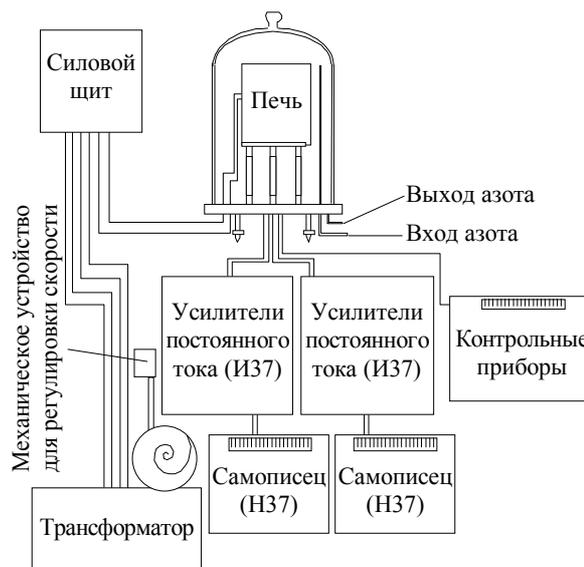
Чтобы установить физико-химическую природу фаз в штейнах и фэйнштейнах, прежде всего, необходимо рассмотреть бинарные системы Cu – S, Ni – S, Fe – S, ибо структурные составляющие в этих системах могут служить фазами в штейнах и фэйнштейнах, а также являться началом при образовании в них новых фаз.

Изучение искусственных сплавов системы Cu₂S – Co₉S₈ осуществлялось с помощью химического, рентгенометрического, термографического и микроструктурного методов анализа. Частичные результаты этих исследований приведены ниже [1, 3].

Термографические исследования выполнялись на опытной пирометрической

установке. Установка изображена на рисунке. Запись термограмм велась по дифференциальной схеме.

Просмотр структуры шлифов показал, что в отожженных сплавах системы Cu₂S-Co₉S₈ имеется несколько видов выделения составляющих сульфидных компонентов. Сульфидная фаза меди наблюдается в виде сплошной массы, очень крупных развитых агрегатов, состоящих из сросшихся зерен, вытянутых, округлых и дендритного вида



Принципиальная схема пирометрической установки

зерен различной крупности; в виде различной формы мелких включений, создающих в местах своего концентрирования в сульфиде кобальта веерообразную структуру и, наконец, в виде эмульсионной вкрапленности и точечных прожилок в массе сульфида кобальта [2].

В виде сплошной массы сульфид меди присутствует в тех сплавах, в которых на долю кобальта приходится меньше 20 %: в виде крупных агрегатов – при содержании 20-40 % кобальта в сплавах; выделений средней крупности – при содержании свыше 19 % меди; мелких выделений – свыше 3 % меди; в сплавах, содержащих менее 3 % меди, сульфидная фаза меди представлена исключительно эмульсионной вкрапленностью и тонкодисперсными включениями в сульфиде кобальта (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав сплавов системы сульфидов меди и кобальта

Номер сплава	Содержание, %		
	Медь	Кобальт	Сера
76	78,65	0,89	20,46
78	70,43	7,90	21,67
80	52,91	22,62	24,47
81	44,86	30,02	25,12
124	23,84	47,13	29,03
125	21,58	49,06	29,36
87	3,37	63,97	32,66
88	0,83	65,24	33,93

Приблизительно в такой же последовательности с ростом кобальта в сплавах изменяется крупность и форма выделений сульфидной фазы. Иными словами, в сплавах системы встречается минимум четыре вида кристаллизации сульфидных компонентов, причем крупность и форма выделений сульфидных фаз двух последних видов свидетельствует о том, что более крупные из них образовались при высоких температурах, а выделения тонкодисперсной и эмульсионной крупности появились при умеренных температурах. В обобщенном виде результаты металлографических исследований представлены в табл.2.

Таблица 2

Характеристика сплавов системы $\text{Cu}_2\text{S} - \text{Co}_9\text{S}_8$

Номер сплава	Форма выделений фаз, структура
76	Co_9S_8 представлен эмульсионной вкрапленностью, равномерно распределенной в массе сульфида меди, который состоит из двух полиморфных форм
79	Прожилки Co_9S_8 достаточно широкие, большинство с включениями Cu_2S . По зернам Cu_2S встречается эмульсионная вкрапленность Co_9S_8 (2 мк) и реже крупные зерна. На границе выделений фаз Cu_2S и Co_9S_8 весьма редко наблюдается X-фаза. Сульфид меди имеет форму распада
80	Количество Co_9S_8 увеличилось значительно. Он образует как бы скелет сплава, заполненный Cu_2S . По широким его прожилкам в виде структуры распада присутствует CoS. На границе раздела фаз изредка просматриваются выделения X-фазы. Сульфид меди состоит из двух форм
81	Cu_2S представлен зернами удлиненной и округлой формы, часть которых образовала крупные развитые агрегаты. На границе фаз Co_9S_8 , Cu_2S встречаются отдельные тонкие прожилки X-фазы. Сульфид меди имеет решетку распада
124	Cu_2S представлен выделениями гребенчатой формы компонентом двойной эвтектики ($\text{Cu}_2\text{S} + \text{Co}_9\text{S}_8$) и эвтектоидными выделениями, сплошь пронизывающими в отдельных участках массу Co_9S_8 . Сульфид меди имеет решетку распада
125	Cu_2S представлен округлыми зернами, достаточно равномерно распределенными в массе Co_9S_8 . Форма, крупность и концентрация эвтектоидных выделений не изменилась. По-прежнему сульфид меди имеет решетку распада
87	Сульфид меди представлен эмульсионной вкрапленностью и тонкодисперсными включениями в массе сульфида кобальта
88	Сульфид меди распределен неравномерно в массе Co_9S_8 в виде эмульсионной вкрапленности и тончайших прожилок по трещинам слитка

В рассматриваемых сплавах сульфидная фаза меди представлена двумя полиморфными формами: серого и голубого цвета составляющими, находящимися в тесном прорастании друг с другом. В сплаве 80 содержится незначительное количество моносульфида кобальта, а в сплавах 79 и 81 встречаются очень тонкие каемки, как предполагается, сульфидной фазы никеля, обра-

зовавшейся в процессе плавки за счет примеси никеля в металлическом кобальте.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Берг Л.Г.* Введение в термографию. М.: Наука, 1958. 321 с.

2. Исследование фазового состава сплавов в системе медь-никель-сера / Д.М.Чижиков, З.Ф.Гуляницкая, Н.В.Белянина, Л.И.Блохина // *Металлы. Изв. АН ССР.* 1970. Т.5. С.123-129.

3. *Костов И.* Сульфидные минералы / И.Костов, Й.Минчева-Стефанова. М.: Мир, 1984. 420 с.

4. *Элиот Р.П.* Структуры двойных сплавов. М.: *Металлургия*, 1970. Т.1, 2. 586 с.