

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВОВ
 СИСТЕМЫ РУТЕНИЙ—ЖЕЛЕЗО—КОБАЛЬТ

А. С. АКОПЯН, М. В. РАЕВСКАЯ, И. Г. СОКОЛОВА и Е. М. СОКОЛОВСКАЯ

Ереванский политехнический институт им. К. Маркса
 Московский государственный университет

Поступило 19 XII 1978

Целью настоящей работы является изучение строения диаграммы состояния тройной системы рутений—железо—кобальт, а также некоторых физико-химических свойств полученных сплавов.

Сплавы рутения с элементами подгруппы железа сравнительно мало изучены. Однако установлено, что легирование железа и кобальта рутением ведет к положительному изменению их физико-химических свойств [1—3]. Железо и кобальт относятся к тяжелым металлам с высокими температурами плавления, они ферромагнитны, а при сплавлении друг с другом образуют непрерывные ряды твердых растворов в двойных системах. Сведения по строению диаграмм состояния тройной системы рутений—железо—кобальт в литературе отсутствуют, а данные по бинарному взаимодействию рутения с элементами подгруппы железа немногочисленны [2, 3].

В качестве исходных материалов использовались рутений, рафинированный в порошке (99,96%), электролитические железо (99,95%) и кобальт (99,95%).

Для приготовления сплавов навески стружек исходных металлов, кроме рутения, спрессовывались, после чего добавлялся рутений, который предварительно спекался в ниобиевых стаканчиках в печи ТВВ-2 в вакууме 10^{-4} мм рт. ст. в течение 4—5 час. при 1500° . Навески весом 3—5 г сплавлялись в дуговой печи с нерасходуемым вольфрамовым электродом на водоохлаждаемом медном поддоне в атмосфере гелия высокой чистоты, предварительно очищенного вымораживанием в жидком азоте, в колонках с силикагелем и активированным углем. В качестве геттера служил титан.

Сплавы многократно (3—4 раза) переплавлялись и переворачивались в лунках печи с целью полного проплавления и получения однородных по составу образцов. Потери веса при плавке составили 0,2—1,5%, что подтверждало взвешивание образцов до и после плавки, а также

данные локального рентгеноспектрального анализа. В дальнейшем состав сплавов был принят по шихте.

Все сплавы исследовались в гомогенизированном, отожженном и закаленном состояниях. После плавки образцы подвергались микроскопическому исследованию, результаты которого показали наличие дендритной ликвации, что связано со значительной разницей температур плавления и удельного веса рутения и остальных компонентов. Для приведения сплавов в равновесное состояние проводился гомогенизирующий отжиг. Время гомогенизации зависело от состава сплавов и подбиралось опытным путем.

Все сплавы, содержащие выше 50 ат. % Ru, гомогенизировались при 1500° в течение 300 час. в печи ТВВ-2 в вакууме 10^{-4} мм рт. ст. Сплавы, содержащие меньше 50 ат. % Ru, гомогенизировались при 1200° в течение 320—360 час. в печи ТВВ-4 в вакууме 10^{-4} мм рт. ст.

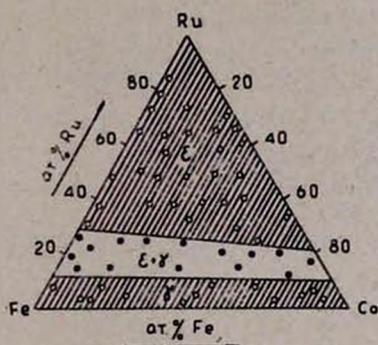


Рис. 1. Фазовое равновесие в тройной системе Ru—Fe—Co, зак. при 1000°С.

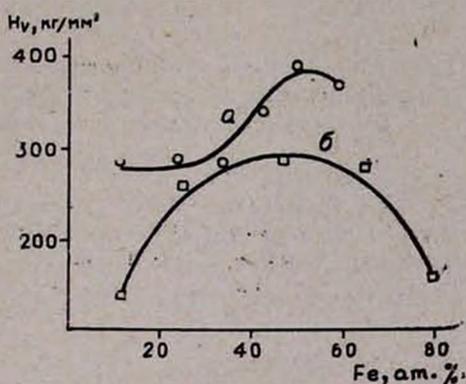


Рис. 2. Изменение твердости сплавов в системе Ru—Fe—Co при постоянном содержании рутения: а—40, б—5 ат. %, зак. при 1000°С.

После исследования гомогенизированных образцов их отжигали при 1000° в течение 800 час. непрерывно. Перед закалкой образцы выдерживались при указанной температуре в двойных эвакуированных до 10^{-4} мм рт. ст. кварцевых ампулах. Между ампулами в качестве геттера помещалась титановая стружка. Ампулы выдерживали в трубчатой печи. Закалка сплавов производилась быстрым сбрасыванием в воду со льдом ампул, которые под водой разбивались. Исследование сплавов системы рутений—железо—кобальт проводилось по всему концентрационному треугольнику, методами рентгенофазового, дюрOMETрического и металлографического анализов.

Изометрическое сечение системы рутений—железо—кобальт при 1000° приведено на рис. 1.

Данные, полученные при измерении твердости исследованных сплавов, находятся в соответствии с результатами рентгенофазового анализа.

Изменение твердости по изоконцентрамам 5 и 40% Ru позволило построить кривые (рис. 2а, б), ход которых доказывает однофазность областей ϵ и γ .

Фазовые равновесия в системе рутений—железо—кобальт при 1000° характеризуются наличием двух широких областей твердых растворов на основе компонентов (тройные твердые растворы ϵ , γ), которые вступают в двухфазное равновесие. Образование химических соединений из жидкого состояния не обнаружено.

Как видно из рис. 1, рутений значительно растворяет гранцентрированные кубические сплавы кобальта с железом, примерно до 75 ат.% добавок, а тройные сплавы на основе тех же гранцентрированных кубических твердых растворов кобальта с железом содержат до 10 ат.% Ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. М. Савицкий, Новые металлические сплавы, Изд. «Знание», М., 1967.
2. G. C. Wase, *Engin. and Mining J.*, 166, 111 (1965).
3. О. Е. Звягинцев, Н. И. Колбин, А. И. Рябов, Т. Д. Автократова, А. А. Горюков, Химия рутения, Изд. «Наука», 1965, стр. 292.
4. E. Raul, W. Plute, *Z. Metallkunde*, 51, 477 (1960).
5. Ф. Шанк, Структура двойных сплавов, Изд. «Металлургия», М., 1973.
6. L. Zwell, G. R. Spelch, W. C. Leslie, *Met. Trans.*, 4, 1990 (1973).
7. W. Köster, E. Horn, *Z. Metallkunde*, 43, 444 (1952).
8. М. Хансен, К. Андерко, Структура двойных систем. Металлургияиздат, М., 1962, стр. 526.