

**СПЛАВООБРАЗОВАНИЕ ПРИ БЕСТОВОВОМ ПЕРЕНОСЕ НЕОДИМА  
НА КОБАЛЬТ В ХЛОРИДНОМ РАСПЛАВЕ**

© Д. А. Кондратьев, А. В. Ковалевский, В. В. Чебыкин, 2013

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Россия, yov8@rambler.ru

Редкоземельные металлы (РЗМ) в металлургии находят свое применение в качестве легирующих добавок. При этом объемное легирование металлов и сплавов требует большого расхода дорогостоящих материалов, к тому же этим путем не всегда удается достичь оптимального сочетания свойств. Решением данной задачи может быть применение поверхностного легирования, которое позволяет получать требуемые свойства поверхности при минимальном расходе легирующих элементов за счет термодиффузионного насыщения легирующим элементом поверхности защищаемого металла.

Для получения поверхностных сплавов особый интерес представляет насыщение жидкостным бестоковым методом в расплавленных солях, обладающее относительной простотой технологического оформления и хорошей воспроизводимостью результатов, а получаемые покрытия характеризуются высокой равномерностью.

В настоящей работе было исследовано диффузионное насыщение кобальта неодимом в расплавленной эвтектической смеси хлоридов лития и калия с добавлением 5 масс.% трихлорида неодима при температурах 773, 823 и 873 К.

Диффузионное насыщение осуществляли в ячейке закрытого типа, в среде очищенного аргона. Навеску солевой смеси массой 30,0 г засыпали в тигель из оксида бериллия, который закрепляли на молибденовой подвеске в ячейке, обогреваемой печью с автоматическим регулированием температуры. Собранную ячейку предварительно вакуумировали, после чего заполняли очищенным аргоном. При достижении заданной температуры в расплав по направляющим опускали кобальтовый образец и пластину из неодима на молибденовых подвесках и фиксировали таким образом, чтобы исключить их контакт со стенками тигля и между собой. После выдержки покрываемого образца в расплаве в течение заданного времени, его вынимали, охлаждали в инертной среде и отмывали от солей в дистиллированной воде. В качестве количественной характеристики диффузионного насыщения принимали изменение массы исследуемых образцов на единицу площади поверхности ( $P$ ) в течение заданного времени процесса. Расчет проводили по формуле:

$$P = \Delta m / S, \quad (1)$$

где  $P$  – удельное изменение массы насыщаемого образца, кг/м<sup>2</sup>;

$\Delta m$  – изменение массы насыщаемого образца, кг;

$S$  – площадь поверхности насыщаемого образца, м<sup>2</sup>.

Результаты экспериментов аппроксимировали уравнениями вида:

$$P = k \cdot \tau^n, \quad (2)$$

где  $\tau$  – длительность процесса, ч;  
 $k$  – константа скорости процесса,  $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}^n$ ;  
 $n$  – показатель степени.

Значения степеней  $n$ , рассчитанные из полученных экспериментально зависимостей удельного изменения массы никелевых образцов от длительности насыщения их эрбием, при температурах 773, 823 и 873 К, близки к величине 0,5, что характерно для процессов химико-термической обработки, при которых лимитирующей стадией является диффузия в металлической фазе покрываемого изделия. Кинетические кривые, построенные по экспериментальным данным, при бестоковом переносе неодима на кобальт для различных температур показаны на рис. 1.

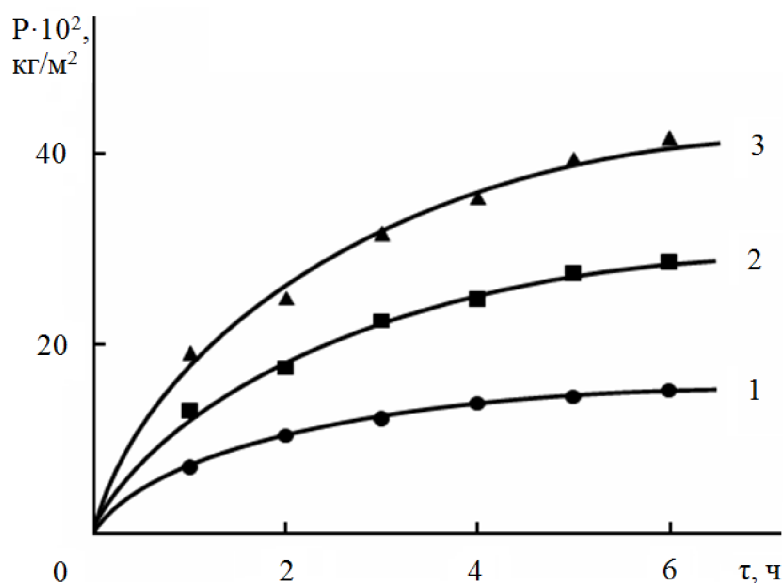


Рис. 1. Зависимость удельного привеса кобальтового образца от продолжительности насыщения неодимом в расплаве  $\text{LiCl-KCl} + 5 \text{ масс.}\% \text{NdCl}_3$  при температурах:  
1 – 773 К; 2 – 823 К; 3 – 873 К

Результаты комплексного анализа покрытий неодим-кобальт, изученных с помощью приборов EDX-720 и COMEBAХ, позволяют сделать вывод, что в условиях эксперимента образуется покрытие, состоящее из одной структурной зоны, представляющее собой фазу Лавеса  $\text{NdCo}_2$ . Возможность формирования на кобальте сплава-покрытия состоящего из одной структурной зоны подтверждается результатами, опубликованными в работе [1], в которой авторы, выполнив аналогичные исследования для системы  $\text{Y-Co}$ , установили, что при температурах 775 и 850 К на поверхности кобальтового образца, при диффузионном насыщении его в солевом расплаве иттрием, также формируется однослойное покрытие состава  $\text{YCo}_2$ .

### Список литературы

1. Ковалевский А. В., Сорока В. В. Диффузионное насыщение кобальта редкоземельными металлами в хлоридных расплавах // Тезисы докладов к конференции «Совершенствование технологии гальванических покрытий». Киров, 1986. С. 39–40.