

Научная статья

УДК 544.018.2

Особенности формирования в водных растворах
дисперсной системы Ti–Co–Ni
и ее физико-химические свойства

Леонид Ермолаевич Калугин¹,
Александр Федорович Дресвянников²

^{1,2} Казанский национальный исследовательский
технологический университет, Казань, Россия

¹ kleo2712@yandex.ru

Аннотация. В работе показано, что в процессе осаждения на микрочастицах титана образуются интерметаллиды, фазовый состав которых зависит от предыстории и размера частиц исходного порошка титана: интерметаллид CoNi формируется преимущественно на поверхности частиц дисперсного титана марки ПТМ-1, интерметаллид Co₃Ni — на поверхности частиц дисперсного титана марки ПТК-1.

Ключевые слова: титан, кобальт, никель, дисперсные системы, интерметаллиды

Original article

Features of the formation of the Ti–Co–Ni dispersed system
in aqueous solutions and its physico-chemical properties

Leonid E. Kalugin¹, Alexander F. Dresvyannikov²

^{1,2} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

¹ kleo2712@yandex.ru

Abstract. It is shown that in the process of deposition on titanium microparticles intermetallic compounds are formed, the phase composition of which depends on the prehistory and particle size of the initial titanium powder: CoNi intermetallic is formed mainly on the surface of particles of dispersed titanium grade PTM-1, intermetallic compound Co_3Ni — on the surface of particles of dispersed titanium grade PTK-1.

Keywords: titanium, cobalt, nickel, dispersed systems, intermetallic compounds

Дисперсные системы «титан — металлы семейства железа» представляют интерес как предшественники объемных материалов с памятью формы, катализаторы, накопители водорода, порошковые материалы аддитивных технологий и пр. Как правило, их получают из расплавов или механохимическим методом [1; 2]. Однако данные подходы весьма энергозатратны, поэтому в некоторых случаях удобно применять химические (электрохимические) способы формирования таких систем, например электрохимическое выделение [3]. При этом следует отметить, что электрохимическое соосаждение металлов на поверхности титана до сих пор является одной из малоизученных областей электрохимии. Таким образом, цель настоящей работы — изучение особенностей выделения металлов семейства железа (кобальта и никеля) из водных растворов $0,50 \text{ M CoCl}_2 + 0,50 \text{ M NiCl}_2 + n \text{ M HF}$ на поверхности титана ПТМ-1 ($d \approx 50 \pm 20 \text{ мкм}$) и ПТК-1 ($d \approx 900 \pm 100 \text{ мкм}$) методами хронопотенциометрии, электронной микроскопии и рентгенофазового анализа.

Методом бестоковой хронопотенциометрии показано, что по мере добавления фтористоводородной кислоты в раствор поверхность дисперсного титана активируется и потенциал платинового электрода сдвигается в сторону отрицательных значений, что свидетельствует, в том числе, и о протекании процессов восстановления ионов кобальта (II) и никеля (II) (рис. 1).

В зависимости от размера частиц дисперсного титана данный процесс сопровождался повышением температуры реакционной смеси: до 43°C для дисперсного титана ПТМ-1 и до 37°C для дисперсного титана ПТК-1 (рис. 2).

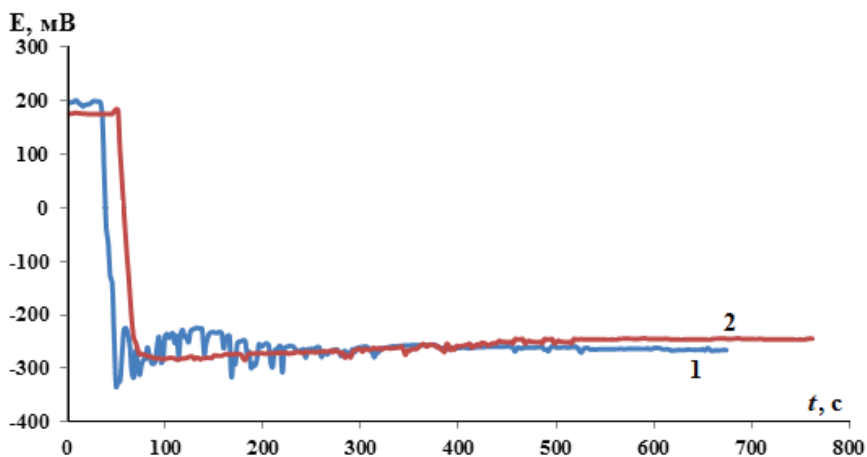


Рис. 1. Хронопотенциограмма платинового электрода в суспензии титана ПТМ-1 (1) и ПТК-1 (2) в растворе 0,50 М CoCl_2 + 0,50 М NiCl_2 + 0,45М HF

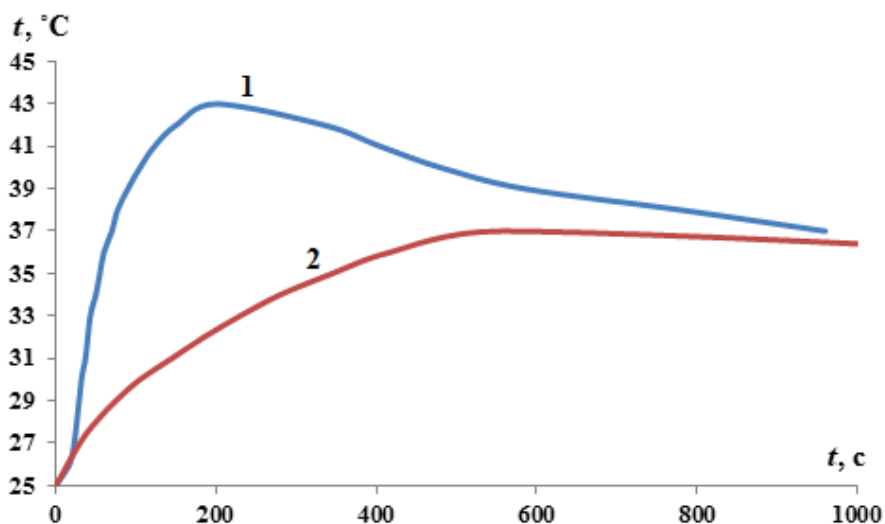


Рис. 2. Термограмма суспензии титана ПТМ-1 (1) и ПТК-1 (2) в растворе 0,50 М CoCl_2 + 0,50 М NiCl_2 + 0,45 М HF

По данным порошковой рентгеновской дифракции (рис. 3) установлено, что при использовании дисперсного титана марки ПТМ-1 наблюдается формирование интерметаллической фазы CoNi , имеющей ОЦК-решетку и упорядоченной в V_2 (CsCl) сверхструктуру, относящу-

юся к пространственной группе $Fm\bar{3}m$. Тогда как при использовании титана марки ПТК-1 наблюдается образование интерметаллической фазы Co_3Ni , имеющей ГЦК-решетку и упорядоченной в $D0_3$ ($AuCu_3$) сверхструктуру пространственной группы $Fm\bar{3}m$.

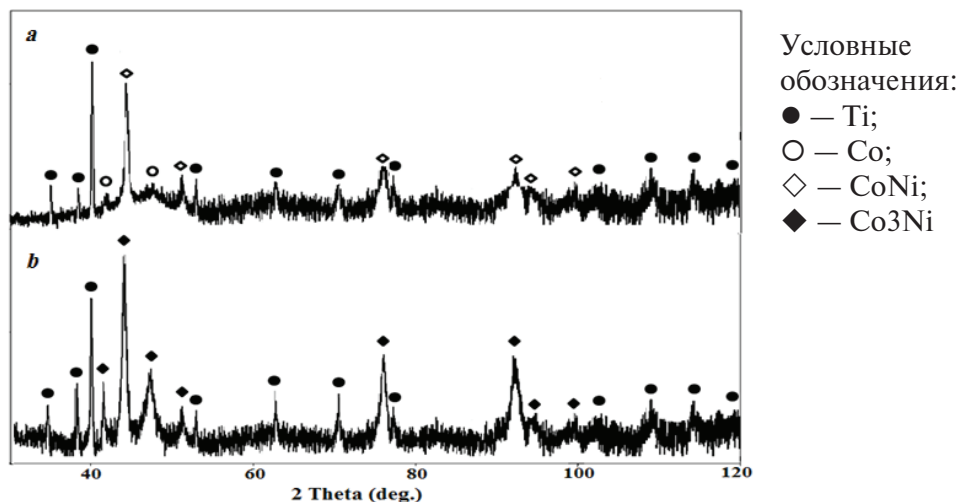


Рис. 3. Фазовый состав дисперсных систем, полученных при использовании дисперсного титана:

a — ПТМ-1; *b* — ПТК-1

Наличие узких пиков на дифрактограмме подтверждает кристаллическое строение полученных интерметаллических соединений. Примечательно, что только в случае использования титана ПТМ-1 в области углов $2\theta = 43\text{--}55^\circ$ фиксировалось аморфное гало, свидетельствующее о присутствии очень мелких и рентгеноаморфных наночастиц (предположительно оксида кобальта).

Методом электронной микроскопии показано, что средний размер наночастиц интерметаллидов составил 100–200 нм. Формирование пористых осадков на поверхности микрочастиц титана протекало в ходе контактного обмена с сохранением формы и геометрических размеров исходной матрицы, что свидетельствовало об одновременном растворении титана и образовании сферических зародышей интерметаллических фаз кобальта и никеля.

На основании результатов исследования установлено, что в процессе осаждения ионов кобальта и никеля на микрочастицах титана

образуются интерметаллиды: CoNi формируется преимущественно на поверхности микрочастиц титана марки ПТМ-1, Co_3Ni — на поверхности микрочастиц титана марки ПТК-1.

Список источников / References

1. Artyukhova N. V., Yasenchuk Yu. F., Gyunter V. E. Shape-memory effect in porous alloys obtained by the reaction sintering of the Ti-Ni system // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. 2013. Vol. 54, no. 2. P. 178–185.
2. Saburi T., Otsuka K., Wayman C. M. Ti–Ni Shape Memory Alloys. Shape Memory Materials // Cambridge University Press. 1998. 284 p.
3. Corrosion Mechanisms in Titanium Oxide-based Films Produced by Anodic Treatment / A. C. Alves [et al.] // Electrochim. Acta. 2017. Vol. 234. P. 16–27.