

го кристалла определяется положением кластера на подложке.

Если пятёрная ось перпендикулярна основе, то наночастицы имеют псевдопятиерную симметрию роста [011], если же вершина [011] икосаэдра параллельна основе, то кристалл имеет двумерную симметрию с анизотропией роста в направлении [112].

Показано, что двойниковая плоская структура сохраняется вдоль всего поперечного сечения роста мультислоев (от основы до толщины 40 мкм).

Можно предположить, что при низкой поляризации на индифферентной подложке образовавшийся трехмерный кластер и зародыш имеет декаэдрическое строение, затем из последних формируются сферические или полусферические островки роста, имеющие аморфное строение.

Происходящая в островке перегруппировка атомов из некристаллической декаэдрической структуры в кристаллическую приводит к формированию пентагональных частиц с частичной дисклинацией в  $7^{\circ}20'$ . Подобные частицы могут вырасти в кристаллы размером до 0,5 мкм. Из таких кристаллов получают сплошные пленки и фольги уже на начальном этапе электрокристаллизации.

Ранее подобные наноструктуры наблюдали Е. Эпельбойн, М. Фромент, Ж. Морин [1] при электрокристаллизации никеля в присутствии сильного ингибитора и А.А. Викарчук при осаждении меди из сульфатного электролита в отсутствие ингибиторов [2, 3].

Полученные нами наноструктуры, как показано методом рентгеноструктурного анализа, электронно-микроскопическим методом на просвет и на отражение, растровым микроскопическим и измерением рН прикатодного слоя, обязаны своим происхождением включению аморфных гидроксидных соединений хрома в электроосажденные слои, что приводит к пассивации поверхности катода [4].

Высказано предположение, что формированию ультрадисперсных частиц сплава Ni-Co-Cr способствовали пленки гидроксидов хрома  $[\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ , вызывающих торможение процесса электрокристаллизации. Этот вывод согласуется с результатами измерения рН прикатодного слоя и анализом микрофотографий среза шлифа для сплава Ni-Co-Cr [4].

Возможность образования наноструктуры из раствора электролита в отсутствие ингибитора можно объяснить тем, что полидвойниковые частицы, лимитированные плоскостями (111), более стабильны, чем ожидаемые в присутствии специфической адсорбции, а аморфная фаза  $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  возможно играет роль матрицы для пентагональных частиц сплава Ni-Co-Cr.

Пентагональные кристаллы обладают специфическими свойствами: в них нарушен дальний

порядок, имеется высокая концентрация двойниковых границ раздела; ярко выражена текстура и соответственно анизотропия свойств. Осадки с подобной нанометровой структурой приводят к заметному упрочнению покрытия (микротвердость  $H_{\mu} = 1200$  МПа), поэтому они могут найти широкое применение в электронике и микроэлектронике [5,6].

#### *Список литературы:*

1. Epelboin E., Froment M., Maurin J. Influence of the formation of paracrystalline nuclei on the oriented and dendritic electrodeposited metals // 28<sup>th</sup> Meet. ISE. Electrocrystallization. – Varna. – 1977. – P. 371 – 380.
2. Викарчук А.А., Воленко А.П., Ясников И.С., Тюрков М.Н., Бондаренко С.А. Кластерно-дисклиминационный механизм формирования пентагональных кристаллов из трехмерных зародышей // Тез. Докл. XIV Петербург. Чтений по проблемам прочности. – СПб. – 2003. – С. 86 –87.
3. Викарчук А.А., Воленко А.П., Тюрков М.Н., Диженин В.В., Довженко О.А. О формировании беспористых медных пленок и фольг, состоящих из пентагональных кристаллов // Сб. матер. Защитные покрытия в машиностроении и приборостроении. – Пенза. – 2003. – С. 23 –25.
4. Жихарева И. Г., Жихарев, Шмидт В. В. Электроосаждение сплавов Ni-Fe-Cr с нанокристаллической структурой // Сб. матер. Современные тенденции развития транспортного машиностроения и материалов. – Пенза. – 2003. – С. 57 – 58.
5. Ежовский Ю.К. Поверхностные наноструктуры – перспективы синтеза и использования // Соросовский Образовательный Журнал. – 2000. – Т. 6. –№ 1. – С. 56 – 63.
6. Nanoparticles and nanostructured films (Ed. J.H. Fendler). Wiley – VCH, New York. – 1998. – 289p.

#### **Прогнозирование фазового состава тройных и бинарных электроосажденных сплавов**

Жихарева И.Г., Шмидт В.В., Шестаков М.А., Щипанов В.П, Першин А.А., Пермякова В.А.

*Тюменский Государственный  
Нефтегазовый Университет*

Важнейшим параметром структуры, определяющим основные функциональные свойства, является фазовый состав, причем наилучшими эксплуатационными свойствами обладают сплавы с общей кристаллической решеткой: твердые растворы и интерметаллиды.

В настоящее время для оценки условий образования смешанных кристаллов используются два фактора: размеры атомов (Юм-Розери, Мотт) и электронная структура (Гарди). К сожалению они

дают только качественную картину, но не содержат надежных критериев фазообразования.

О неограниченной растворимости двух компонентов в сплаве можно судить на основании размерного критерия Юм-Розери, но этого для прогноза не достаточно.

В работе [1] были дополнительно предложены еще три критерия, позволившие определить возможность образования непрерывного ряда твердых растворов или фазы твердого раствора для бинарных сплавов.

Взаимная растворимость тройных сплавов, кроме названных условий, будет зависеть также от содержания компонентов в сплаве и в растворе, о которых можно судить с помощью коэффициента распределения. В данной работе стояла задача термодинамического моделирования и прогнозирования предельной взаимной растворимости тройных электроосажденных сплавов. С учетом этого мы предложили следующие критерии:

Энтропийный фактор ( $n_s$ ), характеризующий степень различия химической связи у компонентов:

$$n_s = \Delta S_{Me}^T / \Delta S_{cn}^T \quad (1)$$

где “Me” – металл-растворитель; “cn” – сплав.

Объемный фактор ( $n_v$ ), характеризующий величину возникающих искажений кристаллической решетки компонентов:

$$n_v = [(d_1/d_{cn})^3 - 1] + [(V_1/V_{cn}) - 1] \quad (2)$$

Отношения Юм-Розери  $d_1/d_2 < 15\%$  для прогноза не достаточно.

Энергетический фактор ( $n_e$ ), характеризующий возможность перераспределения электронов внешних оболочек и изменение конфигурации электронных оболочек:

$$n_e = 0,75 \cdot (U_1 - U_{cn}) \cdot (1 - n_v) \quad (3)$$

Полный объемный фактор ( $n_o$ ) состоит из трех составляющих: два относятся к различию геометрических размеров атомов ( $d_1/d_{cn}$ ) и плотности вещества ( $\gamma$ ) ( $V = A \cdot \gamma$  и  $V_1/V_{cn}$ ), учитывающиеся в объемном факторе, и третье слагаемое (энергетический фактор) характеризует искажения электронных оболочек за счет различия электронной плотности компонентов ( $n_e$ ).

$$n_o = n_v + n_e = [(d_1/d_{cn})^3 - 1] + [(V_1/V_{cn}) - 1] + 0,75 \cdot (U_1 - U_{cn}) \cdot (1 - n_v) \quad (4),$$

где в уравнениях (2) – (4) индекс “1” относится к металлу-растворителю.

Ближайшее межатомное расстояние и объем атома не являются взаимозаменяемыми величинами. Первый определяется рентгенографическим методом по параметру кристаллической решетки, второй рассчитывается по атомной массе рентгеновской плотности вещества ( $V = A \cdot \gamma$ ).

При расчете критериев фазообразования замена отношения  $n_s = \Delta S_{Me1} / \Delta S_{Me2}$  [1] на  $n_s = \Delta S_{Me} / \Delta S_{cn}$  позволило судить не только о возможности образования непрерывного ряда твердых растворов или фазы твердого раствора, но и

оценить пределы существования той или иной фазы [2].

Обычно металл с большим числом валентных электронов слабее растворяет в себе металл с малым числом электронов, чем сам в нем растворяется. Для переходных металлов VIII группы (Fe, Ni, Co) принято считать валентность, равной единице. Поэтому следует ожидать лучшей растворимости никеля и кобальта в цинке, чем растворимости цинка в этих металлах.

С помощью предложенных критериев в данной работе показана возможность определения предельной растворимости цинка в кристаллической решетке никеля на примере электроосажденного сплава Ni-Co-Zn. На образование фазы твердого раствора  $\beta$ -Ni указывает значение основного критерия – энтропийного фактора  $1 < n_s \leq 1,02$ .

Содержание металлов в растворе осаждения:  $Ni^{+2}$  - 67%,  $Co^{+2}$  - 23% и  $Zn^{+2}$  - 10%.

Для сплава с содержанием Ni-82%, Co-15% и Zn-3% критерии фазообразования:  $n_s = 1,0173$ ;  $n_e = 0,0902$ ;  $n_v = -0,0072$ ;  $n_o = 0,0830$ .

Для сплава с содержанием Ni-80%, Co-16% и Zn-4% критерии фазообразования:  $n_s = 1,0188$ ;  $n_e = 0,1275$ ;  $n_v = -0,0095$ ;  $n_o = 0,1180$ .

Для сплава с содержанием Ni-78%, Co-17% и Zn-5% критерии фазообразования:  $n_s = 1,0206$ ;  $n_e = 0,1650$ ;  $n_v = -0,0118$ ;  $n_o = 0,1532$ .

Таким образом, на основании анализа критериев фазообразования показано, что предельное содержание цинка в кристаллической решетке  $\beta$ -Ni (сплав Ni-Co-Zn) составляет 4% со стороны цинка.

Для сплава с фазой  $\eta$ -Zn энтропийный фактор находится в пределах  $0,98 < n_s \leq 1$ . В сплаве, полученном из раствора осаждения состава:  $Ni^{+2}$  - 3%,  $Co^{+2}$  - 2% и  $Zn^{+2}$  - 95%, предельная растворимость никеля и кобальта в кристаллической решетке цинка составляет Ni-29%, Co-10%, Zn-61%. Критерии фазообразования в этом случае имеют значения:  $n_s = 0,9806$ ;  $n_e = -0,9290$ ;  $n_v = -0,1319$ ;  $n_o = -1,0610$ .

Согласно полученным прогнозным расчетам, растворимость никеля ( $z=1$ ) в цинке ( $z=2$ ) значительно выше растворимости цинка в никеле (29% и 4%, соответственно), что вполне согласуется с предположением, приведенным в работе.

Предложенные критерии фазообразования позволили определить границы существования не только фаз твердого раствора тройных (Ni-Co-Zn) и бинарных (Ni-Mn, Co-Mn) сплавов, но и промежуточных фаз, в частности, интерметаллида  $Ni_5Zn_{21}$  для сплава Zn-Ni.

Наличие интерметаллида характеризуется постоянством энтропийного фактора ( $n_s = \text{const} = 0,915$ ) при соотношении в растворе  $Zn^{2+} : Ni^{2+} = 2 : 1$ . Последний факт позволяет оценить границы гомогенности этого электронного соединения со стороны цинка. Они находятся в пределах 74 – 86% Zn

[3]. При других соотношениях  $Zn^{2+} : Ni^{2+}$  интерметаллид  $Ni_5Zn_{21}$  не образуется.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Установлено, что использование критериев фазообразования  $n_s, n_v, n_e, n_o$  позволяет прогнозировать фазовый состав покрытий тройными и бинарными сплавами, включая интерметаллиды и границы их гомогенности.

Показано, что несовпадение состава фаз электрохимических сплавов Zn-Ni с диаграммой состояния связано с различным соотношением ионов  $Zn^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  в растворе осаждения.

Показано, что на возможность образования интерметаллида в электроосажденном сплаве указывает постоянство энтропийного фактора.

*Список литературы:*

Жихарев А.И., Жихарева И.Г. Ориентированная электрокристаллизация. Тюмень. – ТюмГНГУ. – 1994. – 290с.

Жихарева И.Г., Шмидт В.В. Прогнозирование макроструктуры тройного электроосажденного сплава Ni-Fe-Cr // Изв. Вузов. Хим. и хим. техн.–2002.–Т.45.– №3. – С. 100 – 103.

Жихарева И.Г., Шестаков М.А., Щипанов В.П. Прогнозирование условий образования интерметаллида  $Ni_5Zn_{21}$  // Изв. Вузов. Хим. и хим. техн.–2006.–Т.49.–№12.–С. 62 – 66.

**Стажировка преподавателей Республики Татарстан в образовательном центре**

Закирова Л.Р.

*Татарский Государственный  
Гуманитарно-Педагогический Университет*

В целях повышения качества высококвалифицированных специалистов, соответствующих требованиям времени и задачам социально-экономического развития Республики Татарстан, Кабинет Министров Республики Татарстан постановил учредить гранты Правительства РТ на подготовку, переподготовку и стажировку кадров РТ в российских и зарубежных образовательных и научных центрах. В сентябре 2006 года городе Казани начал свою работу Республиканский центр лингвистической подготовки Республики Татарстан, созданный на базе Татарского Государственного Педагогического Университета (ТГГПУ) в целях обеспечения языковой подготовки по трём основным языкам (английский, немецкий, французский) потенциальных и действующих обладателей грантов Правительства РТ, совершенствование их языковых и коммуникативных навыков, подготовку слушателей к сдаче международных экзаменов TOEFL, IELTS, укрепление и развитие связей с зарубежными образовательными и научными центрами.

С 17 ноября 2006 года по 17 декабря 2006 года 12 преподавателей ТГГПУ, сотрудников Республиканского центра лингвистической подготовки, получившие грант Правительства Республики Татарстан, были направлены на стажировку в Великобританию, город Кэмбридж.

Грантополучателям предоставилась уникальная возможность пройти курсы повышения профессионального мастерства для преподавателей за рубежом.

Обучение проводилось в EF International Language School (Международная языковая школа), основанной в 1977 году. Директор школы и академический директор работают здесь более 25 лет, они возглавляют дружный коллектив профессиональных преподавателей, большинство из которых специализируется на подготовке к экзаменам TOEFL и IELTS. Здесь классы формируются из студентов более, чем 65 стран мира. Поскольку большинство преподавателей работали за границей, они имеют практический опыт в преподавании и четкое представление о современных тенденциях изучения языка.

Занятия главным образом нацелены на развитие социальных, академических и культурных навыков слушателей, а команда сотрудников заботится и обеспечивает необходимую помощь и поддержку.

Для преподавателя иностранного языка чрезвычайно важно улучшать языковые навыки и совершенствовать методы работы.

Обучение дало возможность проанализировать и обсудить современные методы преподавания на занятиях, а также рассмотреть новейшие идеи. Особое значение придается практическим советам и мотивации студентов, что в свою очередь поможет преподавателям, молодым специалистам, улучшить методику преподавания своего предмета. Грантополучателям удалось сравнить стиль преподавания и технологию ведения уроков по различным аспектам языка, сопоставить различные подходы в преподавании иностранного языка.

В ходе стажировки преподаватели имели возможность ознакомиться со следующими практическими вопросами:

- технологии совершенствования навыков иноязычной речи;
- использование аудио- и видеоматериала для повышения мотивации обучаемых;
- формирование навыков чтения, учет трудностей в обучении различным видам речи;
- использование аутентичных материалов в обучении лексике английского языка: технологии запоминания лексических единиц;
- совершенствование произносительных навыков, развитие беглости речи;
- преподавание грамматики: технологии введения и первоначального закрепления граммати-