

УДК 541.13:543.067.22:543.442.2:546.6:661.11:661.421

ПОЛУЧЕНИЕ СПЛАВОВ Mg-РЗМ МЕТОДОМ ОБМЕННЫХ РЕАКЦИЙ

А.В. Крылосов^{1*}, И.Б. Половов¹, О.И. Ребрин¹¹Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

*e-mail: 2131987@mail.ru

Редко-земельные металлы (РЗМ) широко применяются для легирования различных металлов с целью изменить их свойства. В частности, широко применяется легирование лёгких металлов, например, магния.

Добавки лантана к магнию повышают жаропрочность и жидкотекучесть сплавов, что дает возможность изготовления отливок сложной конфигурации. Так сплав на основе магния ВЛМЗ, содержащий 0,6 – 1,3 % La, обладает высокой коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью аргоно-дуговой сваркой. Легированные лантаном магниевые сплавы, обладая высоким коэффициентом затухания ультразвука, используются для изготовления звукопроводов ультразвуковых линий задержки, а также конструкционных материалов для узлов, подвергающихся сильным вибрациям.

Добавки церия к магнию, позволяют получать сплавы, которые применяют как конструкционные материалы для деталей сверхзвуковых самолетов и ракет, их рабочая температура достигает 400° С. При добавлении 1% Се к магнию прочность, сопротивление ползучести и разрыву последнего элемента существенно увеличиваются. Также добавка церия поднимает температуру размягчения и коррозионную стойкость магниевых сплавов.

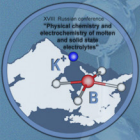
Добавки неодима используются для легирования специальных конструкционных сплавов и модифицирование высококачественных сталей.

В работе представлены результаты исследования получения сплавов – «Mg-La», «Mg-Ce», «Mg-Nd», методом высокотемпературных обменных реакций описанном в [1]. Изучено влияние технологических параметров процесса, таких как мольное соотношение «NaF:LnF₃» («фторидность»), температура проведения реакции, время проведения реакции.

Возможный диапазон изменения соотношения «NaF:LnF₃» при заданной температуре определяли на основе диаграмм состояния солевых систем «NaF-LaF₃», «NaF-CeF₃», «NaF-NdF₃» [2].

Были получены сплавы «Mg-La», «Mg-Ce», «Mg-Nd» с концентрацией РЗМ от 1% (мас.) до 25 % (мас.).

Концентрация РЗМ в сплаве зависела от ряда факторов: соотношения заданных масс магния и фторида РЗМ, «фторидности» солевой смеси, температуры и времени процесса.



При взаимодействии РЗМ с магнием в системах образуются интерметаллические соединения (ИМС).

Согласно фазовым диаграммам в системах «Mg–La», «Mg–Ce», «Mg–Nd» [3, 4] при увеличении концентрации РЗМ возможно образование следующих ИМС:

- Mg₁₂La, Mg₁₇La₂, Mg₃La, Mg₂La, MgLa;
- Mg₁₂Ce, Mg₁₇Ce₂, Mg₄₁Ce₅, Mg₃Ce, Mg₂Ce, MgCe;
- Mg₁₂Nd, Mg₄₁Nd₅, Mg₃Nd, Mg₂Nd, MgNd.

Структура полученных при различных условиях эксперимента сплавов была изучена при помощи рентгенофазового анализа. По результатам анализа можно сделать следующие выводы:

1. При заданном эвтектическом соотношении концентраций фторидов натрия и лантана во всём диапазоне концентраций полученных сплавов «Mg–La» (1 – 21 мас. % La) наблюдали образование ИМС состава Mg₁₂La, что соответствует наиболее более высокому потенциалу обменной реакции.

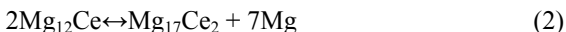
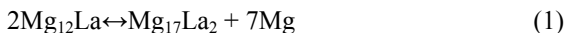
При увеличении «фторидности» образуется ИМС состава Mg₁₇La₂. Это объясняется тем, что при увеличении концентрации фторид-ионов в системе, потенциал обменной реакции смещается в более электроотрицательную область, что приводит к образованию более концентрированного по La ИМС.

2. При заданном эвтектическом соотношении концентраций фторидов натрия и церия, во всём диапазоне концентраций полученных сплавов «Mg–Ce» (1 – 25 мас.% Ce) наблюдается образование ИМС состава Mg₁₂Ce.

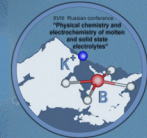
При увеличении «фторидности» образуется ИМС состава Mg₁₇Ce₂, что аналогично предыдущему случаю связано с смещением потенциала обменной реакции в более электроотрицательную область.

3. В большинстве опытов в системе «NaF–NdF₃» наблюдали аналогичную картину. При эвтектическом соотношении фторидов натрия и неодима образуется ИМС состава Mg₁₂Nd. При увеличении «фторидности» наблюдали образование ИМС состава Mg₄₁Nd₅.

Таким образом, происходящие процессы образования ИМС в процессе обменных реакций фторидов РЗМ с магнием можно представить следующими уравнениями реакций:



Отмеченные в некоторых опытах отклонения от описанной закономерности, а именно, отмеченное по данным рентгенофазового анализа появление фазы Mg₃Nd связано, по-видимому, с неравномерностью распределения фторида неодима в системе и, как следствие, локальным сдвигам потенциала обменной реакции.



Список литературы

1. Иванов В.А., Крылосов А.В. // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2005. В. 2. С. 48 – 54.
2. *ASerS – NIST Phase Equilibria Diagrams*. Ver. 3.1.0.
3. Лякишев Н.П. Диаграммы состояния металлических систем. М.: Машиностроение, Т.1, 1996.
4. Лякишев Н.П. Диаграммы состояния металлических систем. М.: Машиностроение, Т.2, 1997.

УДК 544.016.2

ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА КВАЗИБИНАРНОЙ СИСТЕМЫ (LiF-NaF-KF)_{эвт}-CeF₃

П.Н. Мушников^{1,2*}, О.Ю. Ткачева^{1,2}, Ю.П. Зайков^{1,2}, В.Ю. Шишкин¹

¹Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

²Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

*e-mail: P.Mushnikov@ihte.uran.ru

Основной вклад в активность и энерговыделение облученного ядерного топлива (ОЯТ) при длительном хранении вносят долгоживущие изотопы, главным образом минорактиниды (МА): Np, Am, Cm. В случае переработки ОЯТ и извлечения из него плутония и урана для изготовления нового топлива, МА концентрируются в отходах производства. Существует две концепции обращения с МА: длительное хранение или трансмутация. Ввиду очень больших периодов полураспада (от 432 лет у Am-241 до $2,14 \cdot 10^6$ лет у Np-237), срок хранения отходов, содержащих МА перед захоронением измеряется тысячами лет. Трансмутация представляет собой обработку МА интенсивным потоком нейтронов в результате которой происходит превращение МА в короткоживущие изотопы или стабильные ядра.

Одним из наиболее перспективных способов обращения с МА считается их трансмутация в гомогенном жидкосолевым реакторе (ЖСР). В качестве кандидатных солевых растворителей ЖСР рассматриваются эвтектическая смесь фторидов лития, натрия и калия, а также неэвтектическая смесь фторидов лития и бериллия. Первый вариант, FLiNaK, имеет значительное преимущество с точки зрения растворимости урана и плутония, что позволяет создать на основе этой соли реактор с быстрым спектром нейтронов, который и необходим для успешной трансмутации МА.

В литературе известны работы по изучению растворимости CeF₃, вероятного имитатора трифторида плутония, в расплаве FLiNaK [1-3], при этом результаты, полученные разными авторами, не совпадают.