

твердосплавных режущих пластинах // М.: Физика и химия обработки материалов, 1992. – С. 76–81.

УДК 621.793

Расчет вероятности получения высокоэнтропийного сплава

Сечко И. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: к.т.н., доцент Комаровская В. М.

Аннотация:

В данной статье описываются данные, полученные в результате расчета высокоэнтропийного сплава (ВЭС) TiAlFeCrNi, на основании которого делается прогноз о его структуре.

Как известно из практики, свойства полученного высокоэнтропийного сплава (ВЭС) во многом зависят от их фазового состава, стабильности и типа кристаллической решетки. Эти параметры можно предсказать с высокой точностью с помощью расчета термодинамических характеристик и соотношений физических свойств элементов сплава [1].

Необходимыми для расчета параметрами являются Ω -параметр, соотношение атомных радиусов элементов в сплаве δ и концентрация валентных электронов VEC [1–2].

Расчеты производились для ВЭС с составом TiAlFeCrNi. В представленных источниках мишень из высокоэнтропийного сплава является цельной. В нашем случае имеется два катода, один из которых составной из алюминия со вставками из нихрома и нержавеющей стали, а другой – из титана. В связи с этим легче контролировать количество элементов, подбирая режимы проведения технологического процесса.

В таблице 1 и 2 приведены необходимые для расчетов исходные данные.

Таблица 1. – Величина энтропии смешения бинарных соединений по модели Миедемы [3]

	Al	Cr	Ni	Fe	Ti
Al	–	20,383	32,699	21,634	40,481
Cr	20,383	–	6,646	1,448	7,378
Ni	32,699	6,646	–	1,542	34,295
Fe	21,634	1,448	1,542	–	16,600
Ti	40,481	7,378	34,295	16,600	–

Таблица 2. – Основные параметры материалов катода

Металлы	r, нм	Tпл, °C	VECi
Al	0,1431	660	3
Cr	0,1246	1875	6
Ni	0,1245	1453	10
Fe	0,1239	1536	8
Ti	0,146	1668	4

Параметр c_i (процентная концентрация i -ого элемента) в нашем случае мы можем изменять. Для расчетов возьмем несколько вариантов предполагаемого состава в зависимости от количества титана (таблица 3).

Таблица 3. – Процентное содержание элементов

Al	Cr	Ni	Fe	Ti
37,44	26,59	8,53	7,44	20
28,08	19,94	6,40	5,58	40
23,40	16,62	5,33	4,65	50
Al	Cr	Ni	Fe	Ti
18,72	13,30	4,26	3,72	60
9,36	6,65	2,13	1,86	80

На основании приведенной в работах [1–2] теории были рассчитаны параметры ΔH_{mix} , ΔS_{mix} , δ , VEC, Ω сплава TiAlFeCrNi пяти различных составов, указанных в таблице 3. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Величины параметров ΔH_{mix} , ΔS_{mix} , δ , VEC, Ω сплавов TiHfZrVNb различного состава

ΔH_{mix}	ΔS_{mix}	δ	VEC	Ω
32,48	12,01	7,2	4,97	487,10
34,23	11,48	6,911	4,73	471,30
32,64	10,67	6,58	4,60	473,58
29,40	9,52	6,109	4,48	483,31
17,99	6,12	4,603	4,24	537,77

Как указано в [1–2] ВЭС способны формировать твердые растворы без интерметаллидов и аморфной фазы при $\Omega \geq 1,1$ и $\delta \leq 6,6$. При выполнении условий -15 кДж/моль $< \Delta H_{mix} < 5$ кДж/моль и $\delta \leq 4,6$ формируется неупорядоченный твердый раствор. Анализируя полученные в ходе расчета данные, можно сделать вывод, что ВЭС с данным составом не сможет образовывать аморфную фазу, однако вероятность образования твердого раствора весьма высока при процентном содержании титана от 50 % и выше.

В [1] утверждается, что при $VEC \geq 8$ в сплаве формируется одна ГЦК фаза, при $6,87 \leq VEC \leq 8$ в сплаве присутствует смесь ГЦК и ОЦК фаз, при $VEC < 6,87$ в сплаве присутствует только одна фаза с ОЦК решеткой. В случае ВЭС предлагаемого нами состава, сплав будет иметь только ОЦК-решетку, что может быть во многом связано с наличием в его составе алюминия. В работе [4] исследуется кристаллическая решетка высокоэнтропийного сплава и была выявлена зависимость ее типа от содержания в ней алюминия и меди. В нашем случае в состав ВЭС входит только алюминий, чем также можно объяснить наличие только ОЦК-фазы.

На основании изученного материала провели расчет высокоэнтропийного сплава TiAlFeCrNi, выявили оптимальные концентрации его компонентов, а также сделали предположение касаясь структуры будущего покрытия.

Список использованных источников

1. Константинов, С. В. Структурно-фазовое состояние наноструктурированных нитридных покрытий на основе высокоэнтропийного сплава TiHfZrVNb / С. В. Константинов, Ф. Ф. Комаров //

Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы XIII Международной научно-технической конференции, 12–14 сентября 2018 г. [Электронный ресурс]. – Минск: [б. и.], 2018.

2. Zang Y., Zuo T. T., Tang Z., Gao M. C., Dahmen K. A., Liaw P. K., et al. Microstructures and properties of high-entropy Alloys. *Progress in Materials Science* 2014; 61: 1–93.

3. Miedema calculator of standard formation enthalpy [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.entall.imim.pl/calculator/>. – Дата доступа: 01.11. 2022.

4. Л. Р. Шагинян, В. Ф. Горбань, Н. А. Крапивка, С. А. Фирстов, И. Ф. Копылов. Свойства покрытий из высокоэнтропийного сплава Al–Cr–Fe–Co–Ni–Cu–V, получаемых методом магнетронного распыления // *Сверхтвердые материалы*, 2016. С. 33–44.

УДК 631.363

Модернизация экструдеров с целью повышения качества продукции и увеличения производительности

Сивак Д. И., студент

Баран Ю. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: к.т.н., доцент Корнеев С. В.

Аннотация:

Рассмотрены виды и назначения экструдеров. Предложена модернизация экструдеров для увеличения их производительности и повышения качества продукции.

В настоящее время экструдеры нашли широкой применения в различных отраслях, особенно в пищевой и химической. При помощи экструдеров производят различные корма, прессованные пищевые продукты, топливные брикеты и многую другую продукцию.