

ДО ПИТАННЯ РОЗЧИННОСТІ ВОДНЮ У АЛЮМІНІЇ

Д. Ф. Чернега, В. Ю. Бойко

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Спостерігається аномальна розчинність водню у рідкому алюмінії в порівнянні з іншими металами. Це питання мене дуже зацікавило, і я вирішила попрацювати над ним.

В таблиці 1 представлено порівняльні дані розчинності водню в різних металах.

Таблиця 1

Метал	Розчинність водню при $t_{пл}$ у твердому металі, $см^3/100 г$	Розчинність водню при $t_{пл}$ у рідкому металі, $см^3/100 г$	Зміна розчинності, $Sж/Sтв$	Зміна об'єму металу при плавленні, %
Al	0,036	0,69	19,2	6.0
Cu	4,0	12,0	3,0	4.51
Mg	18,0	26,0	1,44	3.1
Fe	13,36	26,7	2,0	3.0

В таблиці 2 зведені також порівняльні дані деяких фізичних параметрів алюмінію та інших металів.

Таблиця 2

Метал	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C	$\Delta t = t_{кип} - t_{пл}$, °C	Густина при $t_{пл}$, ρ , $г/см^3$	Коефіцієнт дифузії водню D_0 при $t_{пл}$, $см^2/сек$	Теплота розчинення водню у рідкому металі ΔH , мДж/моль
Al	659	2467	1808	2,37	$1,2 \cdot 10^{-3}$	77,8
Cu	1083	2595	1512	7,97	$9,7 \cdot 10^{-4}$	43,07
Mg	650	1117	467	1,545	-	24,3
Fe	1536	2875	1339	7,01	$1,4 \cdot 10^{-3}$	33,36

З рисунку 1 ми бачимо, що діаграма алюміній - водень евтектичного типу.

Газоевтектична реакція $P \leftrightarrow \alpha + H_2$ проходить при $658,9^\circ\text{C}$. Проміжні з'єднання (гідриди) не утворюються.

З трьох основних ланок взаємодії газів з металами: абсорбція - дифузія - розчинення, найменш дослідженим є механізм дифузії [1].

Дифузія водню в металах залежить від величини зазору між позитивними

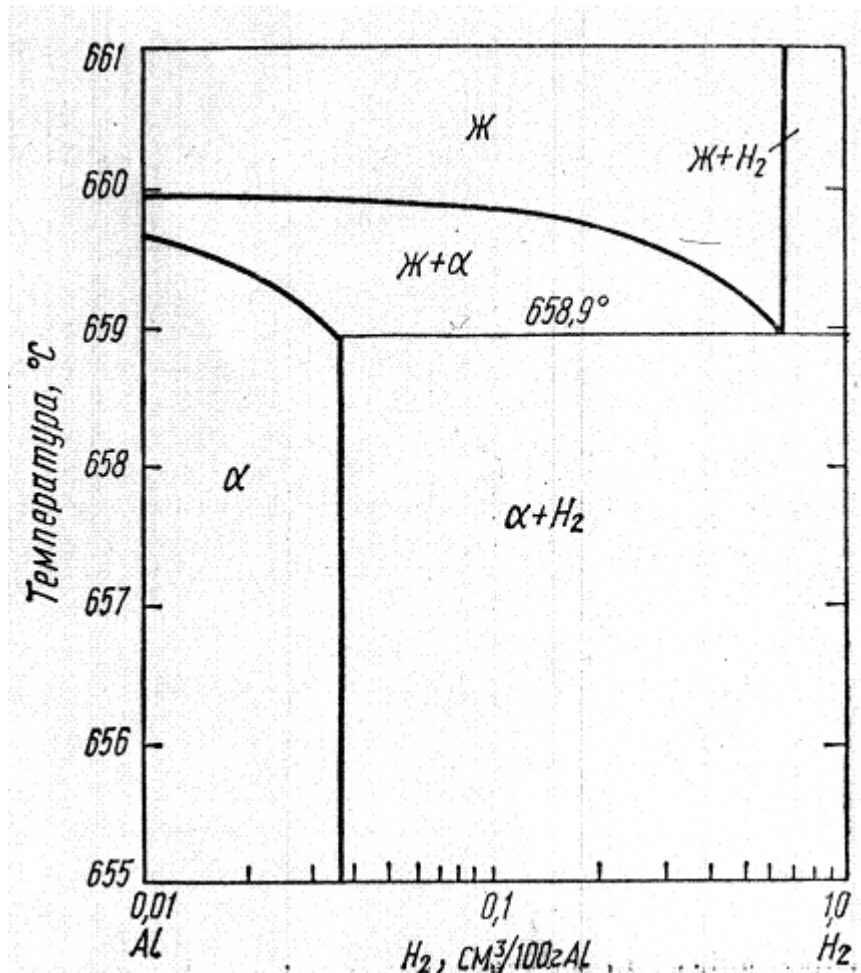


Рис.1. Діаграма стану алюміній-водень

іонами ґратки металу. Якщо зазори між позитивними іонами r_1 та r_2 більше ефективного радіуса $r_{\text{ср}}$ атому водню, то водень легко дифундує у метал. В табл.3 [2] приведені розміри міжвузельних пор і ефективних радіусів іону водню для різних металів.

Таблиця 3

Розміри міжвузельних пор і ефективних радіусів іону водню

Метал	$r_1, \text{Å}$	$r_2, \text{Å}$	$r_{\text{ср}}, \text{Å}$
Al	1,18	1,451	0,942
Cu	0,58	0,822	1,118
Mg	1,11	1,523	1,162
α -Fe	0,821	0,996	0,823
γ -Fe	0,903	1,147	0,819

Для Al $r_1 = 1.18\text{\AA}$, $r_2 = 1.451\text{\AA}$, $r_{cp} = 0.942\text{\AA}$, таким чином водень легко може дифундувати в алюмінії.

Продифундувавши в об'єм металу газ, абсорбуючи, розподіляється серед металічних атомів, утворюючи кристалічну ґратку. В залежності від знаку теплового ефекту розрізняють ендотермічну і екзотермічну абсорбцію. Домінуючою в алюмінії є ендотермічна абсорбція. Вона протікає з поглинанням тепла і тому кількість абсорбованого водню зростає з підвищенням температури. При ендотермічній абсорбції гідриди при безпосередній взаємодії металу з молекулярним воднем не утворюються. Це підтверджується і на діаграмі стану алюміній-водень (рис.1).

Дані багатьох джерел вказують на те, що при 800°C в алюмінії змінюється ближній порядок з г.ц.к. на о.ц.к. упаковку атомів.[1,3,4,5].

Перебудову багато авторів пов'язують з іонізацією іонів Al^{2+} до іонів Al^{3+} .

В таблиці 4 приведено порівняння експериментальних і розрахункових координатних чисел для рідкого алюмінію [3].

Таблиця 4

Температура, $^\circ\text{C}$	$a_{\text{г.ц.к.}}$, нм	$a_{\text{о.ц.к.}}$, нм	ρ , г/см ³	$Z_{\text{г.ц.к.}}$		$Z_{\text{о.ц.к.}}$	
				експеримент	розрахунок	експеримент	розрахунок
680	0,407	-	2,37	9,8	10,6	-	-
800	0,396	0,324	2,35	9,6	9,7	7,6	7,2
880	0,399	0,326	2,32	9,1	9,6	7,0	7,0
1050	0,399	0,326	2,27	8,5	9,4	6,9	6,8
1300	0,399	0,326	2,17	7,8	8,9	6,5	6,5

З даних таблиці видно, що при температурі 800°C розрахункові дані для о.ц.к. структури краще співпадають з експериментальними, ніж для г.ц.к.

На поліморфне перетворення в рідкому алюмінії можуть вказувати виявлені в низці робіт аномалії в ході зміни властивостей з температурою.

В інтервалі температур $770 - 850^\circ\text{C}$ виявлені різкі перепади на кривих в'язкості [4]. Знайдену залежність автори пояснюють зміною координаційного числа. Політерми густини та інтенсивності світлового випромінювання свідчать про різку зміну об'єму розплаву при $800-900^\circ\text{C}$ [4].

Дані [4] показують, що розчинність водню в рідкому алюмінії (99.99) з підвищенням температури зростає приблизно до 800°C , а потім падає.

Таким чином, приведені фактори свідчать про зміну структури алюмінію при температурі, перевищуючої точку плавлення приблизно на 150°C .

Висновки

1. Приведені розміри міжвузельних пор і ефективних радіусів іону водню для алюмінію свідчать про те, що водень легко може дифундувати в алюмінії.
2. Домінуючою в алюмінії є ендотермічна абсорбція. Вона протікає з поглинанням тепла і тому кількість абсорбованого водню зростає з підвищенням температури. При ендотермічній абсорбції гідриди при безпосередній взаємодії металу з молекулярним воднем не утворюються. Це підтверджується і на діаграмі стану алюміній-водень.
3. При температурі, перевищуючої точку плавлення приблизно на 150°C відбувається зміну структури алюмінію

Література

1. Чернега Д.Ф., Бялик О.М., Иванчук Д.Ф., Ремизов Г.О. Газы в цветных металлах и сплавах.-М.: «Металлургия», 1982.-176с.
2. Хрущов Б.Н. Структура жидких металлов. Ташкент.: ФАН, 1970. -112с.
3. Ватолин Н.А., Пастухов Э.А. Дифракционное исследование строения высокотемпературных расплавов. М.:Наука, 1980.- 188с.
4. Металловедение алюминия и его сплавов/ Беляев А.И., Бочвар О.С., Бунов Н.Н. и др./: Справ. Изд.2-е, перераб. и доп.- М.: Metallurgiya, 1983.- 280с.
5. Вилсон Д.Р. Структура жидких металлов и сплавов: Пер. с англ. М.: Metallurgiya, 1972.- 247с.

Filename: Boyko_article
Directory: C:\Mykhalenkov\Articles
Template: C:\Documents and Settings\Mykhalenkov\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title:
Subject:
Author: www.PHILka.RU
Keywords:
Comments:
Creation Date: 08/04/2008 12:20 AM
Change Number: 15
Last Saved On: 21/05/2008 1:08 PM
Last Saved By: Kostyantyn Mykhalenkov
Total Editing Time: 80 Minutes
Last Printed On: 21/05/2008 1:09 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 4
Number of Words: 775 (approx.)
Number of Characters: 4,424 (approx.)