

УДК 669.715

ВПЛИВ РЗМ НА ДИФУЗІЮ ВОДНЮ В АЛЮМІНІЇ ТА СПЛАВАХ НА ЙОГО ОСНОВІ

Д. Ф. Чернега, Ю. Я. Готвянський, Г. О. Ремізов

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Розглянуто зміна поведінки водню в сплавах алюмінію під впливом рідкісноземельних металів. Визначені фізичні характеристики та енергії активації процесів перенесення водню.

Рассмотрено изменение поведения водорода в сплавах алюминия легированного редкоземельными металлами. Определены физические характеристики и энергии активации процессов переноса водорода.

The change of behavior of hydrogen in aluminium alloys doped by rare-earth metals is considered. Physical performances and activation energy of processes of carrying over of hydrogen are defined.

Визначення механізму впливу водню на властивості сплавів можливе тільки при наявності відомостей про вміст та дифузію водню в рідких металах.

Досліджено вплив ітрію, церію та танталу (0,05 – 0,5 мас. %) на дифузію водню в алюмінії марки А99 та сплаві АЛ34.

Рідкісноземельні метали запроваджували у вигляді лігатур Al – 20 % Y; Al – 20 % La та фероцерію (50 % Ce). Для запобігання термічних перепадів на зовнішню поверхню капіляру насаджували мідну втулку. Це дозволило попередити додаткове перенесення водню конвективними потоками рідкого металу. Для отримання однозначних результатів використовували капіляри діаметром 1,5 – 2 мм. Над розливом підтримували постійний тиск водню (28,6 – 32,5 ГПа) та аргону (156 – 169 ГПа). Експерименти проводили в межах 953 – 1073 К.

В умовах одного експерименту визначали проникність водню крізь рідкий алюміній та сплави на його основі. За отриманими результатами про коефіцієнт дифузії (D) та проникність водню (P) розраховували розчинність водню [H]. Отримані результати зведені в таблиці на рис. 1 і 2.

Зміна коефіцієнту дифузії водню та його проникність мають екстремальний характер для всіх досліджених систем. Мінімальні значення спостерігали при легуванні 0,25 – 0,30 % РЗМ. В цьому інтервалі

спостерігали зростання енергій активації процесу (див. табл.). Припускаємо, що в зазначеному інтервалі змінюється міцність міжатомного зв'язку та коефіцієнт ущільнення атомів. Зниження дифузійної рухливості водню при запровадженні 0,25 – 0,30 % РЗМ найбільше пояснюється квазікристалічною будовою рідкого металу. РЗМ, маючи більшу спорідненість до водню, ніж інші компоненти сплаву, ускладнюють рухливість водню в рідкому металі. Збільшення концентрації РЗМ за межі їх розчинності в алюмінії призводить до зростання рухливості водню.

Зроблено ще один крок на шляху визначення процесів перенесення водню та особливостей будови рідких металевих розплавів.

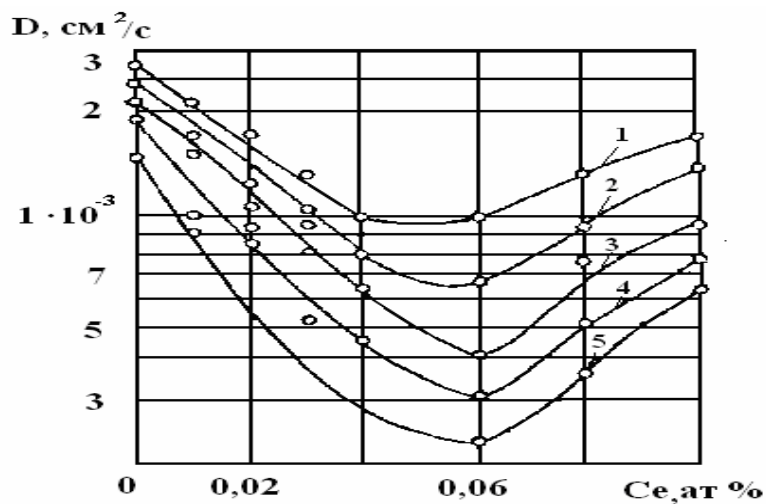


Рис. 1. Вплив церію на коефіцієнт дифузії водню в рідкому алюмінію марки А99. Температура: 1 – 1073 К; 2 – 1043 К; 3 – 1013 К; 4 – 983 К; 5 – 953 К.

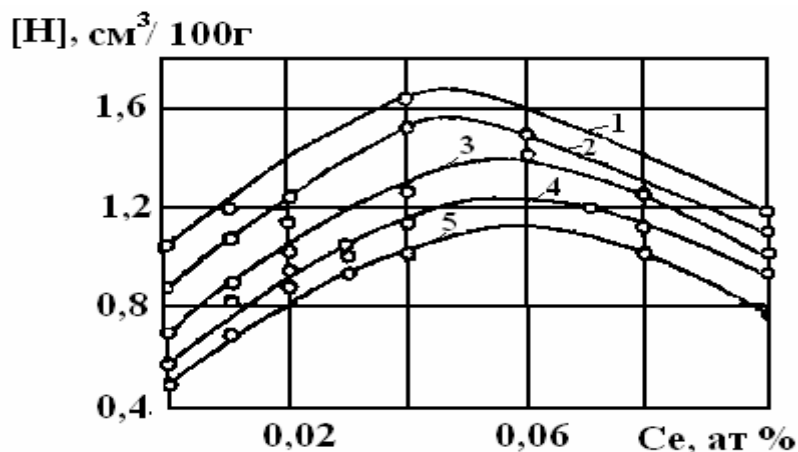


Рис. 2. Вплив церію на розчинність водню в рідкому алюмінію марки А99. Температура: 1 – 1073 К; 2 – 1043 К; 3 – 1013 К; 4 – 983 К; 5 – 953 К.

Таблиця. Вплив РЗМ на коефіцієнт дифузії водню (D), проникність (P) та їх енергії активації (E_D , E_p)

Сплав	РЗМ		E_D , Дж/моль	E_p , Дж/моль	D, $\text{см}^2/\text{с}$	$P, \frac{\text{см}^3 \cdot \text{см}}{\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{атм}^{-1/2}}$
А99	Ce	0,1	75420±2724	104750±2221	9,19	7,30
		0,2	90504±2179	118158±2724	27,77	22,54
		0,3	100560±1886	134080±2179	72,21	121,95
		0,4	87990±1467	117320±3059	25,41	23,73
		0,5	77515±2724	104750±1969	10,38	6,40
	La	0,1	76677±1886	117320±2514	10,85	30,84
		0,2	80448±2263	122558±2807	15,50	54,78
		0,3	89666±1969	125700±2305	42,74	184,41
		0,4	76677±1467	116482±2682	25,46	97,51
		0,5	59917±1886	90504±3017	2,15	2,07
	Y	0,1	56146±1048	102236±1425	1,05	5,26
		0,2	70392±2137	119834±1362	4,21	34,60
		0,3	64945±1131	113130±1886	2,15	16,48
		0,4	65789±1467	110197±1131	2,72	11,23
		0,5	64945±1299	111873±2305	2,32	13,85
ВАЛ10	Ce	0	58660±1467	90504±1131	0,906	0,503
		0,1	63269±1467	100560±1969	1,32	1,70
		0,2	69973±2305	113130±1550	2,54	8,08
		0,3	71230±2221	114387±2305	3,29	9,98
		0,4	69135±1341	111035±1969	2,74	9,90
	La	0,1	62850±1131	96370±1467	1,10	0,88
		0,2	67040±1467	98465±1173	1,71	1,08
		0,3	56565±1467	83800±1969	1,05	0,28
		0,4	54470±1173	82962±1467	0,86	0,26
	Y	0,1	67040±1802	104750±1362	2,10	2,55
		0,2	72068±1886	110826±1257	3,52	5,15
		0,3	68507±1467	105588±2011	3,06	3,17
0,4		65783±1006	104750±2388	2,77	3,54	
АЛ34	Ce	0	65783±1048	114387±1969	2,53	11,87
		0,1	69135±1257	119415±1425	3,02	19,57
		0,2	71649±1131	121510±2011	3,49	22,74
		0,3	71230±1550	117320±2095	3,08	12,28
		0,4	69135±1676	108940±1425	3,25	5,17
	La	0,1	68297±1467	117320±1131	2,20	14,88
		0,2	69973±1048	120672±1886	2,31	20,62
		0,3	71230±1550	119415±1467	2,32	15,40
		0,4	67459±1425	111035±1676	1,43	5,32
	Y	0,1	67040±1550	116428±1886	2,29	14,55
		0,2	69135±1886	117320±2388	2,23	16,9
		0,3	68088±1467	117739±2011	1,66	12,96
0,4		67040±1362	109779±1676	1,64	4,73	