



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1025753** **A**

3 (51) С 23 С 9/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3284074/22-02
 (22) 05.05.81
 (46) 30.06.83. Бюл. № 24
 (72) Л. С. Ляхович, Л. А. Васиљев,
 И. Н. Бурньшев, В. Г. Миконенко,
 А. Н. Суханов и И. Э. Красинский.
 (53) 621.785.539 (088.8)
 (56) 1. Авторское свидетельство СССР
 № 668977, кл. С 23 С 11/06, 1979.
 2. Авторское свидетельство СССР
 по заявке № 2995728/22-02,
 кл. С 23 С 11/06, 1980.

(54) (57) СПОСОБ СИЛИЦИРОВАНИЯ
 МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, включающий
 приготовление порошковой смеси из крем-
 ния и меди, отжиг ее, смешивание озож-

женной смеси с галлоидным активатором,
 упаковку изделий и силицирование при
 850-950°C, отличающийся
 тем, что, с целью снижения температу-
 ры отжига и повышения насыщающей спо-
 способности смеси, приготовление порошко-
 вой смеси из кремния и меди производят
 в эвтектическом соотношении, а при
 смешивании в озоженную смесь допол-
 нительно вводят кремний и переходный
 металл IV - VI групп при следующем со-
 отношении компонентов, вес. %:

Переходный металл IV - VI групп	6-14
Эвтектическая смесь	
кремния с медью	10-30
Галлоидный активатор	1-3
Кремний	Остальное.

(19) **SU** (11) **1025753** **A**

Изобретение относится к химико-термической обработке металлов и сплавов, предназначается для повышения жаро-износостойкости коррозионной стойкости металлических изделий и может быть использовано на предприятиях машиностроительной, авиационной, химической и других отраслей промышленности.

Известен способ [1] силицирования изделий в порошковых смесях, содержащих ферросилиций, инертный наполнитель и галлоидный активатор, с нагревом до образования жидкой фазы на поверхности изделия. Процесс формирования диффузионного покрытия по известному способу осуществляется при 1150-1200°C при соотношении веса активатора к общему весу исходного состава насыщающей смеси 0,2-0,3.

Недостатком данного способа является высокая температура процесса термодиффузионной обработки.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является способ силицирования металлических изделий в порошковых смесях, включающий отжиг порошковой смеси кремния с медью при 1000-1100°C в течение 1 ч, смешивание ее с галлоидным активатором и инертным наполнителем, упаковку в нее изделий и силицирование при 850-950°C [2].

Недостатками известного способа являются высокая температура отжига смеси кремния с медью, низкая насыщающая способность и невозможность получения комплексных диффузионных покрытий.

Цель изобретения - снижение температуры отжига и повышение насыщающей способности смеси.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу силицирования металлических изделий, включающему приготовление порошковой смеси из кремния и меди, отжиг ее, смешивание отожженной смеси с галлоидным активатором, упаковку изделий и силицирование при 850-950°C, приготовление порошковой смеси из кремния и меди производят в эвтектическом соотношении, а при смешивании отожженную смесь дополнительно вводят кремний и переходный металл IV-VI групп при следующем соотношении компонентов, вес. %:

Переходный металл (IV-VI) групп 6-14

Эвтектическая смесь

кремния с медью

10-30

Галлоидный активатор

1-3

Кремний

Остальное.

В качестве переходного металла IV-VI групп периодической системы элементов применяют порошки металлов Ti, Zr, Hf (IV группа), V, Nb, Ta (V группа), Cr, Mo, W (VI группа).

Вся медь в порошковой засыпке находится в виде эвтектической смеси с кремнием, образовавшейся в результате отжига, кремний - как в виде эвтектической смеси с медью, так и в свободном состоянии. Предварительно отожженная эвтектическая смесь кремния с медью (16Si + 84Cu вес. %) при температуре насыщения образует на поверхности силицируемого изделия жидкометаллическую фазу, которая служит одновременно и насыщающей кремнием средой и транспортом для доставки к насыщаемой поверхности металлов IV-VI групп, чем и интенсифицирует процесс насыщения по сравнению с известными способами. Кремний, введенный в смесь в свободном состоянии, служит как для поддержания постоянного состава жидкометаллической фазы, так и для насыщения из газовой фазы (через образующиеся фториды кремния).

В предлагаемом способе в насыщающую смесь вводится 10-30 вес. % эвтектической смеси Si-Cu от общего веса смеси. Введение в смесь более 30 вес. % Si-Cu ухудшает качество поверхности насыщаемых изделий из-за образования трудноудаляемых наплывов, введение в смесь менее 10 вес. % Si-Cu от общего веса смеси снижает насыщающую способность состава.

Пример. Порошок меди смешивают с кремнием в весовом соотношении 84:16 и отжигают в течение 1 ч при 850-950°C. Полученную эвтектическую смесь после охлаждения и измельчения смешивают с кремнием и остальными компонентами. В приготовленных таким способом смесях проводят в течение 4 ч силицирование образцов из титанового сплава ОТ4.

Данные о влиянии условий отжига смеси Si-Cu на толщину силицидного слоя при силицировании в порошковой смеси, содержащей, вес. %: Si 72, эвтектическая смесь 16, AlF₃ 2, Cr 10, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

$t_{отж}, ^\circ\text{C}$	$t_{нас}, ^\circ\text{C}$	Толщина силицированного слоя, мкм
850	850	50
	900	65
	950	85
900	850	60
	900	70
	950	100
950	850	55
	900	70
	950	95
Известный способ	850	27
	900	33
	950	53

Влияние различного содержания компонентов смеси, включающей порошки переходных металлов, циркония (представителя (V группы периодической системы), ва-

30

надия (V группы) хрома (VI группы) на толщину силицированного слоя приведены в табл. 2 ($t_{насыщения} 850^\circ\text{C}, \tau 4 \text{ ч.}$)

Т а б л и ц а 2

Способ	Состав порошковой смеси, вес. %								Толщина слоя, мкм
	Si	Cu	Эвтектическая смесь (Cu + Si)	AlF_3	Al_2O_3	Cr	Zr	V	
Известный									
1	54	34	-	2	10	-	-	-	35
Предлагаемый									
2	67	-	24	3	-	6	-	-	50
3	72	-	16	2	-	10	-	-	60
4	77	-	8	1	-	14	-	-	55
5	67	-	24	3	-	-	6	-	50
6	72	-	16	2	-	-	10	-	60
7	77	-	8	1	-	-	14	-	60
8	67	-	24	3	-	-	-	6	55
9	72	-	16	2	-	-	-	10	65
10	77	-	8	1	-	-	-	14	60

Как видно из приведенных в табл. 1 и 2 данных, в результате силицирования по предлагаемому способу температура отжига смеси $\text{Cu} - \text{Si}$ снижается на 150°C , а насыщающая способность смеси возрастает вдвое. Рентгеноструктурный анализ показал, что в образцах и ОГ4, обработанных предлагаемым способом, диффузионные слои кроме силицидов титана содержат небольшие количества силицидов

циркония, ванадия и хрома. В образцах, обработанных известным способом, диффузионные слои состоят из силицидов титана, преимущественно TiSi_2 и Ti_5Si_3 .

Использование предлагаемого способа повышает экономическую и технологическую эффективность процесса силицирования, позволяет получить комплексные силицидные покрытия, обеспечивающие повышение эксплуатационной стойкости изделий.

Редактор Ю. Ковач Составитель Р. Клыкова
 Техред М. Коштура Корректор А. Ференц

Заказ 4503/21 Тираж 956 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4