

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8955

(13) С1

(46) 2007.02.28

(51)⁷ С 23С 12/02

(54) СОСТАВ ДЛЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИКЕЛЯ И ЕГО СПЛАВОВ

(21) Номер заявки: а 20040437

(22) 2004.05.14

(43) 2005.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Кухарева Наталия Георгиевна; Петрович Светлана Николаевна; Басалай Ирина Анатольевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 1046338 А, 1983.

RU 2073742 С1, 1997.

RU 2184797 С1, 2002.

GB 1003222, 1965.

US 1155974, 1915.

US 3079276, 1963.

(57)

Состав для химико-термической обработки изделий из никеля или его сплавов, содержащий окись хрома, окись алюминия и порошок алюминия, отличающийся тем, что дополнительно содержит порошки никеля, меди и железа и хлористый аммоний при следующем соотношении компонентов, мас. %:

окись хрома	48,0-50,5
окись алюминия	11,5-12,5
порошок алюминия	29,0-32,0
порошок никеля	1,0-3,0
порошок меди	2,0-4,0
порошок железа	1,0-3,0
хлористый аммоний	0,5-1,5.

Изобретение относится к области металлургии, а именно к химико-термической обработке в порошковых насыщающих смесях для получения на поверхности изделий из никеля и его сплавов жаростойких покрытий. Изобретение может быть использовано в машиностроительной, приборостроительной, химической, авиационной и других отраслях промышленности.

Наиболее высокими защитными свойствами в условиях высокотемпературного окисления обладают покрытия с высоким содержанием алюминия. Для увеличения жаростойкости алюминидные покрытия могут быть модифицированы такими элементами, как хром, платина или кремний. Среди методов и способов диффузионного алитирования наибольшее распространение получил метод насыщения из порошковых сред. Процессы алитирования делят на низкотемпературные (700-900 °С) и высокотемпературные (1050-1100 °С). В смесях с высокой активностью алюминия при 700-900 °С получают покрытия со структурой Ni₂Al₃, при 1050-1100 °С - NiAl. Реализация возможности образования в поверхно-

BY 8955 C1 2007.02.28

стной зоне изделий из никеля интерметаллидных фаз при низких (порядка 550 °С) температурах насыщения представляет реальный практический интерес.

Известны составы порошковых насыщающих сред для диффузионного алитирования, в которых в качестве диффузионного источника используются порошки чистого алюминия или лигатуры на их основе. Для получения высокого содержания алюминия в покрытии используется состав [1] на основе оксида алюминия, алюминия и хлористого аммония при следующем соотношении компонентов, мас. %:

оксид алюминия	82,0
порошок алюминия	15,0
хлористый аммоний	3,0.

Алитирование никелевых сплавов в предлагаемой порошковой среде при 850-900 °С в течение 1-2 ч позволяет получить покрытие толщиной 50-80 мкм с содержанием алюминия ~ 40 %.

Известный состав прост в приготовлении, сохраняет высокую активность при ряде последующих обработок, легко регенерируется. Однако использование в составе компонентов с различным удельным весом приводит к неравномерному распределению компонентов по объему тигля, что в свою очередь приводит к получению неравномерных покрытий. Кроме этого, использование в качестве основного составляющего оксида алюминия, имеющего тенденцию к "кипению" при повышенных температурах, создает элемент риска выброса компонентов смеси во время прогрева тигля до температур насыщения, что также не способствует получению гарантированного результата.

Ближайшим техническим решением, принятым в качестве прототипа, является состав [2] для хромоалитирования изделий из никеля и его сплавов на основе окислов хрома, алюминия и вольфрама, хромоникелевого и алюминиевого порошков и тетрафторбората калия при следующем содержании компонентов, мас. %:

окись хрома	16-22
порошок алюминия	31-33
хромоникелевый порошок ПХ18Н9Т	22-24
тетрафторборат калия	3-5
окись вольфрама	2-4
окись алюминия	остальное.

Применение известного состава при 800 °С в течение 3 ч для упрочнения изделий из никелевого сплава НК 02 обеспечивает формирование диффузионного слоя, состоящего из интерметаллидов никеля толщиной порядка 20 мкм. Высокая температура проведения процесса насыщения, увеличивающая энергоемкость процесса, тем самым и себестоимость получаемой продукции, является одним из основных недостатков процесса. Обработка изделий из никеля в приведенном составе при температуре насыщения ниже 800 °С приводит к резкому снижению толщины диффузионного слоя, что отрицательно сказывается на эксплуатационных характеристиках обрабатываемых изделий. Снижение же температуры насыщения до 550 °С не дает возможности получения на никелевых изделиях жаростойкого диффузионного слоя.

Задача изобретения - снижение температуры проведения процесса насыщения для получения на поверхности изделий из никеля и его сплавов алюминидного диффузионного слоя.

Поставленная задача достигается тем, что состав для химико-термической обработки изделий из никеля и его сплавов, содержащий окись хрома, окись алюминия и порошок алюминия, дополнительно содержит порошки никеля, меди и железа и хлористый аммоний при следующем соотношении компонентов, мас. %:

BY 8955 C1 2007.02.28

окись хрома	48,0-50,5
окись алюминия	11,5-12,5
порошок алюминия	29,0-32,0
порошок никеля	1,0-3,0
порошок меди	2,0-4,0
порошок железа	1,0-3,0
хлористый аммоний	0,5-1,5.

Увеличение содержания алюминия в насыщающей среде свыше 32 % приводит к формированию в поверхностной зоне покрытия на никеле фазы $NiAl_3$, которая характеризуется повышенной хрупкостью и склонностью к растрескиванию, что резко снижает защитные свойства покрытия. Увеличение никеля в смеси более 3 % приводит к образованию в поверхностной зоне покрытия фазы Ni_3Al , характеризующейся пониженной жаростойкостью по сравнению с фазами Ni_2Al_3 и $NiAl$.

Используемые компоненты и их химические формулы:

окись хрома - Cr_2O_3 - вводится в состав для улучшения технологических факторов смеси, более равномерного распределения порошковых составляющих, а восстановленный алюминием хром создает возможность микролегирования алитированного покрытия хромом;

окись алюминия - Al_2O_3 - инертный разбавитель, препятствующий спеканию порошковой смеси и улучшающий ее газопроницаемость;

порошок алюминия - Al - источник алюминия, основного компонента получаемого покрытия, также способствует получению активных атомов хрома, в свою очередь, окисляясь до окиси алюминия, улучшает технологичность смеси;

порошок никеля (Ni) в смеси с порошками меди (Cu) и железа (Fe) способствует образованию микроучастков жидкой фазы, что дает возможность интенсифицировать процессы диффузии, тем самым снижая температуру проведения процесса насыщения;

хлористый аммоний - NH_4Cl - инициирует создание газовой фазы в порошковой смеси и активизирует процесс получения диффузионного покрытия.

Процесс алитирования при использовании предлагаемого состава осуществляется в контейнерах с плавкими затворами при температурах насыщения от 550 до 750 °С в течение 5-8 ч.

Комплексное использование в составе смеси наряду с окисью хрома, окисью алюминия и алюминием порошков никеля, меди и железа и хлористого аммония дает возможность получить на поверхности изделий из никеля и его сплавов алитированные слои с высокой жаростойкостью, при этом снизив температуру проведения процесса насыщения до 550 °С. Кроме того, обработка изделий из никеля в предлагаемом составе исключает приваривание частиц насыщающей смеси на обрабатываемую поверхность, что характерно при обработке никеля в известных насыщающих средах.

Состав по изобретению (табл. 1) использовали на примере проведения химико-термической обработки путем алитирования образцов никелевого сплава НК 02 при 550 °С и 750 °С в течение 4 ч.

Таблица 1

Составы насыщающих смесей

№ состава	Компоненты, мас. %						
	Cr_2O_3	Al_2O_3	Al	Ni	Cu	Fe	NH_4Cl
1	46	8	28	5	5	5	3
2	50,5	11,5	29	3	4	1	1
3	50	12	30	2	3	2,5	0,5
4	48	12,5	32	1	2	3	1,5
5	51	14	32,5	0,5	1	0,5	0,5

BY 8955 C1 2007.02.28

Сравнительные данные по толщине и фазовому составу получаемых покрытий, полученные при проведении процесса алитирования в известном и предлагаемом составах, приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Состав	Режим насыщения		Толщина слоя, мкм
		t, °C	τ, час	
1	прототип	550	4	-
		750	4	15-18
2	1*	550	4	9-11
		750	4	16-18
3	2	550	4	15-17
		750	4	22-25
4	3	550	4	14-16
		750	4	21-24
5	4	550	4	14-15
		750	4	21-24
6	5*	550	4	9-11
		750	4	18-20

Составы № 1* и № 5*, выходящие за пределы оптимальных соотношений компонентов, т.е. выше верхнего и ниже нижнего пределов, приводят к формированию более хрупких с пониженной твердостью и толщиной рабочей зоны покрытий.

Из приведенных данных следует, что алитирование в порошковых средах с использованием предлагаемого состава позволяет получать на поверхности никеля интерметаллидные диффузионные слои при снижении температуры обработки до 550 °C. Получение аналогичного эффекта при использовании известных составов невозможно.

Промышленное освоение состава готовится на территории СНГ.

Источники информации:

1. Коломыцев П.Т. Жаростойкие диффузионные покрытия. - М.: Металлургия, 1979. - С. 130-138.
2. А. с. СССР 106338, МПК С 23С 9/04, 1983.