

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **14918**

(13) **С1**

(46) **2011.10.30**

(51) МПК

**С 23С 12/02** (2006.01)

(54) **СОСТАВ ДЛЯ БОРОХРОМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ**

(21) Номер заявки: а 20100617

(22) 2010.04.23

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

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

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

(56) ВУ 10633 С1, 2008.

SU 863709, 1981.

SU 1477782 А1, 1989.

RU 2230826 С1, 2004.

JP 10046319 А, 1998.

SU 865968, 1981.

(57)

Состав для борохромирования углеродистых сталей, содержащий оксид бора, оксид хрома, алюминий, оксид алюминия, оксид циркония, фтористый алюминий, никель, оксид меди и тетрафтороборат калия, **отличающийся** тем, что дополнительно содержит оксид железа при следующем соотношении компонентов, мас. %:

оксид бора	23,0-25,0
оксид хрома	16,0-18,0
алюминий	23,0-25,0
оксид алюминия	14,5-16,0
оксид циркония	2,0-4,0
фтористый алюминий	0,5-0,7
никель	3,5-5,6
оксид меди	5,0-7,0
тетрафтороборат калия	0,5-0,7
оксид железа	4,0-6,0.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к технологии диффузионных процессов химико-термической обработки (ХТО) в порошковых насыщающих средах для получения на поверхности углеродистых сталей износостойких борохромированных поверхностных слоев, и может быть использовано для упрочнения быстроизнашивающихся деталей машин, инструмента и технологической оснастки, использующихся в машиностроительной, приборостроительной, химической, авиационной и других отраслях промышленности.

Борохромирование в порошковых средах проводят в смесях, содержащих источник бора (например, оксид бора), источник хрома (например, оксид хрома), инертные добавки (например, оксид алюминия, каолин и др.) и активатор (как правило, это фторсодержащие соли).

Одним из недостатков порошковой смеси для диффузионного борохромирования является ее спекаемость после проведения процесса химико-термической обработки, что

# ВУ 14918 С1 2011.10.30

снижает технологичность процесса борохромирования при его промышленном использовании.

Спеченная составляющая порошковой смеси может составлять 30-40 % от объема смеси, находящейся в контейнере, что в свою очередь затрудняет извлечение изделий из контейнера. Необходимость размола спеченной составляющей порошковой смеси с целью ее дальнейшего использования увеличивает энерго- и трудозатраты.

Известен состав для борохромирования [1] (прототип), содержащий следующие компоненты, вес. %:

оксид бора	23,0-25,0
оксид хрома	17,0-19,0
алюминий	23,0-25,0
оксид алюминия	17,0-20,6
оксид циркония	2,0-4,0
фтористый алюминий	0,5-0,7
никель	4,0-6,0
оксид меди	5,0-7,0
тетрафтороборат калия	0,5-0,7.

Применение известного состава для борохромирования изделий из углеродистых сталей позволяет получить на их поверхности однофазный диффузионный слой, состоящий из борида FeB, легированного хромом, с микротвердостью (2200...2300) HV. Однако данный состав не обеспечивает необходимого качества поверхности ввиду частичного спекания порошковой смеси при проведении процесса насыщения.

В основу изобретения положена задача улучшения технологичности порошковой смеси для борохромирования за счет уменьшения ее спекаемости.

Поставленная задача достигается тем, что состав для борохромирования углеродистых сталей, содержащий оксид бора, оксид хрома, алюминий, оксид алюминия, оксид циркония, фтористый алюминий, никель, оксид меди и тетрафтороборат калия, дополнительно содержит оксид железа при следующем соотношении компонентов, мас. %:

оксид бора	23,0-25,0
оксид хрома	16,0-18,0
алюминий	23,0-25,0
оксид алюминия	14,5-16,0
оксид циркония	2,0-4,0
фтористый алюминий	0,5-0,7
никель	3,5-5,6
оксид меди	5,0-7,0
тетрафтороборат калия	0,5-0,7
оксид железа	4,0-6,0.

Используемые компоненты и их химические формулы:

оксид бора ( $B_2O_3$ ) - источник активных атомов бора;

оксид хрома ( $Cr_2O_3$ ) - источник активных атомов хрома;

алюминий (Al) - восстановитель активных атомов насыщающих элементов из их окислов;

оксид алюминия ( $Al_2O_3$ ) является адсорбентом активных атомов бора, хрома и циркония, препятствует спеканию порошковой смеси в процессе насыщения;

окись циркония ( $ZrO_2$ ) увеличивает газопроницаемость порошковой смеси и является источником активных атомов циркония для микролегирования диффузионных слоев;

никель (Ni) создает условия для возможности легирования боридного слоя хромом;

оксид меди (CuO) повышает температуру протекания металлотермической реакции восстановления из оксидов бора, хрома и циркония, тем самым увеличивая их концентрацию в диффузионном слое;

# BY 14918 C1 2011.10.30

фтористый алюминий ( $\text{AlF}_3$ ) необходим для создания газовой фазы при температуре обработки изделий;

тетрафтороборат калия ( $\text{KBF}_4$ ) необходим для создания газовой фазы при нагреве до температуры обработки изделий;

оксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) способствует образованию в насыщающей смеси соединения  $\text{FeB}$ .

Использование оксида железа в сочетании с оксидом алюминия в большей мере препятствует спеканию порошковой смеси в процессе насыщения.

Составы по изобретению (табл. 1) использовали на примере проведения химико-термической обработки путем борохромирования образцов из стали У8 при температуре  $950^\circ\text{C}$  в течение 6 часов, глубина слоя составляла 360 мкм.

Таблица 1

№ состава	Ингредиенты, мас. %									
	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	Al	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{ZrO}_2$	$\text{AlF}_3$	Ni	CuO	$\text{KBF}_4$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
1*	22,5	19,0	22,0	17,2	1,0	0,4	6,0	4,5	0,4	7,0
2	23,0	16,0	25,0	15,3	4,0	0,6	5,6	5,0	0,5	5,0
3	24,0	18,0	23,0	14,5	3,0	0,7	4,2	6,0	0,6	6,0
4	25,0	17,3	24,0	16,0	2,0	0,5	3,5	7,0	0,7	4,0
5*	26,0	15,0	25,9	13,0	5,0	0,8	3,0	7,5	0,8	3,0

Обработка углеродистых сталей в составах № 1\* и 5\*, выходящих за пределы оптимальных соотношений компонентов, т.е. выше верхнего и ниже нижнего пределов, приводит к ухудшению качества поверхности формируемых покрытий вследствие спекаемости смеси, уменьшению микротвердости поверхности.

Свойства известного и предлагаемого составов для борохромирования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Состав	Количество спеченной составляющей в смеси, %	Микротвердость слоя, МПа
Прототип	28	23000
1*	20	18500
2	3	25000
3	1	26000
4	2	25500
5*	18	18000

Введение в порошковую смесь для борохромирования оксида железа способствует образованию в ней при температуре проведения химико-термической обработки большого количества соединения  $\text{FeB}$ , наличие которого в смеси для борохромирования снижает ее спекаемость. При этом толщина диффузионного слоя, его фазовый состав и микротвердость сохраняются на том же уровне.

Промышленное освоение состава готовится на территории СНГ.

Источники информации:

1. Патент 10633 BY, МПК С 23С 12/02, 2008.