

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **16243**

(13) **С1**

(46) **2012.08.30**

(51) МПК

С 23С 12/00 (2006.01)

(54) **СОСТАВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО БОРОХРОМИРОВАНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20101386

(22) 2010.09.27

(43) 2012.04.30

(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 1477782 А1, 1987.

SU 1749314 А1, 1992.

RU 2391439 С2, 2010.

RU 2015205 С1, 1994.

(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 вольфрама 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 вольфрама	4,0-6,0.

Изобретение относится к области металлургии, а именно к химико-термической обработке (ХТО) в порошковых насыщающих средах для получения на поверхности углеродистых сталей износостойких борохромированных слоев, и может быть использовано для упрочнения быстроизнашивающихся деталей машин и инструмента, использующихся в машиностроительной, приборостроительной, строительной 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).

Процесс борохромирования из порошковых сред известных составов осуществляют, как правило, при температурах 900-950 °С для того, чтобы получить достаточную толщину

ВУ 16243 С1 2012.08.30

ВУ 16243 С1 2012.08.30

ну диффузионного слоя. При этих температурах наблюдается интенсивный рост зерна (до 2-3 баллов) сердцевинки изделий, изготовленных из углеродистых сталей. Поэтому при определенных условиях эксплуатации борохромированных деталей машин и инструмента, особенно в процессе работы при знакопеременных нагрузках, требуется после ХТО проведение последующей термообработки с целью измельчения зерна, что, естественно, увеличивает энерго- и трудозатраты.

Ближайшим техническим решением, принятым в качестве прототипа, является состав для борохромирования [1], содержащий следующие компоненты, вес. %:

оксид бора	23,0-5,0
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 при температуре ХТО 950 °С и времени обработки 6 часов получить на их поверхности диффузионный слой, состоящий из легированного хромом бориды железа (FeB), толщиной 370-380 мкм. Снижение температуры ХТО до 650-700 °С приводит к резкому снижению толщины диффузионного слоя до 10-12 мкм при 700 °С и его полному отсутствию при 650 °С.

В основу изобретения положена задача снижения температуры проведения процесса термодиффузионного борохромирования для уменьшения интенсивности роста зерна сердцевинки изделий из углеродистых сталей после проведения процесса борохромирования.

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 вольфрама 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 вольфрама	4,0-6,0.

Используемые компоненты и их химические формулы:

оксид бора (B_2O_3) - источник активных атомов бора;

окись 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;

ВУ 16243 С1 2012.08.30

фтористый алюминий (AlF_3) необходим для создания газовой фазы при температуре обработки изделий;

тетрафтороборат калия (KBF_4) необходим для создания газовой фазы при нагреве до температуры обработки изделий;

оксид вольфрама (WO_3) является источником активных атомов вольфрама для микролегирования диффузионных слоев.

Использование оксида вольфрама в сочетании с оксидами хрома, циркония и бора, как установлено при термодинамическом моделировании процесса ХТО, создает в насыщающей порошковой среде начиная с температуры 650°C жидкую фазу, что и способствует формированию диффузионного боридного слоя при низких температурах ($650\text{-}700^\circ\text{C}$) ХТО.

Составы по изобретению (табл. 1) использовали на примере проведения химико-термической обработки путем борохромирования образцов из стали 20 при температуре 950°C в течение 6 часов, глубина слоя составляла 370-380 мкм.

Таблица 1

№ состава	Ингредиенты, мас. %									
	B_2O_3	Cr_2O_3	Al	Al_2O_3	ZrO_2	AlF_3	Ni	CuO	KBF_4	WO_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 уменьшению толщины слоя, изменению его структуры и, соответственно, уменьшению микротвердости, ухудшению качества поверхности формируемых покрытий.

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

Таблица 2

№ п/п	Состав	Толщина слоя, мкм	
		$T_{\text{ХТО}} = 700^\circ\text{C}$, $\tau = 6 \text{ ч}$	$T_{\text{ХТО}} = 650^\circ\text{C}$, $\tau = 6 \text{ ч}$
1	прототип	10	0
2	1*	54	0
3	2	45	15
4	3	50	20
5	4	40	15
6	5*	5	0

Из приведенных данных следует, что при температурах химико-термической обработки 650°C и 700°C предлагаемый состав для борохромирования по сравнению с прототипом обладает более высокой насыщающей способностью, что позволяет получать на изделиях, изготовленных из углеродистых сталей, диффузионные слои, толщина которых достаточна для обеспечения их работоспособности.

Промышленное освоение состава готовится на территории СНГ.

Источники информации:

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