

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **7718**

(13) **С1**

(46) **2006.02.28**

(51)⁷ **С 23С 12/00,
В 23К 35/00,
С 22С 19/03**

(54) **СОСТАВ ОБМАЗКИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ
САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ**

(21) Номер заявки: а 20020286

(22) 2002.04.09

(43) 2003.12.30

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

(72) Авторы: Девойно Олег Георгиевич; Кардаполова Маргарита Анатольевна; Дьяченко Ольга Владимировна; Зайцев Сергей Владимирович; Лишко Жанна Геннадьевна; Рак Евгения Анатольевна (ВУ)

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

(56) ЕА 001503 В1, 2001.

SU 1615222 А1, 1990.

SU 1492596 А1, 1995.

RU 2161211 С1, 2000.

SU 1594808 А1, 1994.

RU 2000107614 А, 2001.

(57)

Состав обмазки для лазерного модифицирования самофлюсующихся никелевых сплавов, включающий аморфный бор, никель и нитрид алюминия при следующем соотношении компонентов, мас. %:

аморфный бор	20-22
никель	25-30
нитрид алюминия	50-55.

Изобретение относится к технологии поверхностного упрочнения, в частности к технологии нанесения защитных износостойких покрытий лазерной наплавкой, и может быть использовано для упрочнения деталей, работающих в условиях интенсивного изнашивания.

Задача, решаемая изобретением, - повышение износостойкости при сохранении требуемой пластичности изделий.

Решение поставленной задачи достигается тем, что состав обмазки для лазерного модифицирования самофлюсующихся никелевых сплавов включает аморфный бор и никель и нитрид алюминия при следующем соотношении компонентов, мас. %:

аморфный бор	20-22
никель	25-30
нитрид алюминия	50-55.

Использование обмазки такого состава при оплавлении самофлюсующихся сплавов обеспечивает следующие эффекты. Аморфный бор, содержащийся в обмазке, способствует улучшению раскисления пленок, образующихся в ванне расплава, увеличивает количество упрочняющей боридной фазы, что обеспечивает повышение износостойкости. Бор, взаимодействуя с металлами, образует мелкодисперсные бориды типа Ni₃B, CrB, Cr₂B. Бор в сочетании с никелем повышает жидкотекучесть расплава, образуя дополнительное

ВУ 7718 С1 2006.02.28

количество борида никеля Ni_3B , входящего в состав эвтектики $\gamma_{Ni} + Ni_3B$, которая, свободно перемещаясь между дендритами никеля и кристаллизуясь в последнюю очередь ($T_{пл} = 1050\text{ }^\circ\text{C}$), залечивает зарождающиеся трещины, тем самым снижая склонность сплава к трещинообразованию.

Это особенно важно при жестких режимах лазерного оплавления, имеющих место при переплаве покрытия не на полную глубину, и повышающих износостойкость покрытий в процессе лазерного переплава за счет получения в матрице метастабильного пересыщенного твердого раствора никеля.

Часть нитрида алюминия, взаимодействуя с никелем, образует мелкодисперсные интерметаллиды типа Ni_xAl_y , основной фазой является $NiAl_3$. Присутствие алюминия в расплаве способствует увеличению количества центров кристаллизации и измельчению структурных составляющих сплава, повышая тем самым однородность покрытия, что также снижает склонность к развитию трещин. $NiAl_3$ является мелкодисперсной твердой добавкой, которая обладает высокой пластичностью и низким коэффициентом трения. Большая часть AlN остается в покрытии, повышая пластичность и износостойкость сплава.

Соотношение компонентов выбрано таким, чтобы максимально удовлетворить указанным целям.

Увеличение количества бора выше заявленного ведут к образованию большого количества фазы Ni_3B , не приводящей к эффективному увеличению износостойкости изделий. Увеличение количества бора сверх заявленного приведет к сдвигу системы $\gamma_{Ni} + Ni_3B$ от оптимального соотношения в сторону Ni_3B и увеличению количества хрупких боридов, что вызовет охрупчивание сплава и поэтому его растрескивание при скоростном лазерном переплаве.

Уменьшение бора ниже заявленного приводит к тому, что его не хватает для восстановления окисных пленок и образования легкоплавкой эвтектики, а образовавшийся избыток никеля приводит к уменьшению легкоплавкости системы $Ni + Ni_3B$ за счет сдвига концентрации от эвтектической и повышения, поэтому склонности к трещинообразованию.

Увеличение количества никеля выше заявленного приводит к снижению эксплуатационных свойств поверхностного слоя.

Уменьшение количества никеля ниже предлагаемого не позволяет получения достаточного количества жидкотекучей эвтектики, что вызывает растрескивание при скоростном лазерном переплаве.

Увеличение количества алюминия в обмазке выше заявленного приводит к образованию хрупких интерметаллидов с никелем.

Уменьшение количества алюминия в обмазке ниже заявленного не оказывает заметного влияния на структуру и свойства покрытия.

Пример.

Приготавливали обмазки различного состава путем взвешивания компонентов на аналитических весах и их перемешивания. Затем добавляли воду до получения сметанообразной консистенции.

На образцы из стали 20 диаметром 30 мм и толщиной 6 мм напыляли слой самофлюсующегося сплава ПГ-СРЗ толщиной 0,6 мм, используя установку плазменной металлургии УПУ-3Д с источником питания ИИН 160/600.

На напыленную поверхность с помощью кисточки наносили слой модифицирующей обмазки толщиной 0,1 мм. Толщину измеряли толщиномером. После высыхания поверхность сплава вместе с обмазкой оплавлялась излучением лазера на лазерной установке непрерывного действия ЛГН-702 мощностью $N = 800\text{ Вт}$. Режимы обработки: плотность мощности $1,1 \cdot 10^9\text{ Вт/м}^2$, скорость перемещения луча 250 мм/мин. Оценивали износостойкость на машине торцевого трения по известной методике. Испытания проводили при

ВУ 7718 С1 2006.02.28

следующих режимах $p = 3$ МПа, $V = 4$ м/с, время испытаний 3 ч, среда - масло индустриальное 20, контртело - покрытие ПГ-СРЗ после плазменного напыления и оплавления горелкой. Оценку величины износа проводили на профилографе-профилометре модели 252 по глубине вытертой канавки.

Обработанную поверхность образцов шлифовали и полировали, после чего оценивали количество трещин по суммарной длине трещин на 1 мм^2 .

Примеры конкретного выполнения и результаты испытаний приведены в таблице.

Состав обмазки, мас. %			Толщина обмазки, мм	Длина трещин, мкм/мм ²	Величина износа, мкм
Аморфный бор	Никель	Нитрид алюминия			
20	30	50	100	18	10
22	25	53	-"	21	7
21	27	52	-"	15	5,1
18	35	47	-"	14	19
23	20	55	-"	42	7

Как видно из примера, предлагаемая легирующая обмазка обеспечивает значительное снижение трещинообразования, при этом износостойкость возрастает в 1,3 раза, а пластичность в 2 раза. Выход за пределы предложенного состава приводит к возрастанию трещинообразования.