



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 916593

(61) Дополнительное к авт. свид-ву --

(22) Заявлено 27.02.80 (21) 2933629/22-02

с присоединением заявки №

(23) Приоритет --

Опубликовано 30.03.82. Бюллетень № 12

Дата опубликования описания 30.03.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

С 23 С 9/10

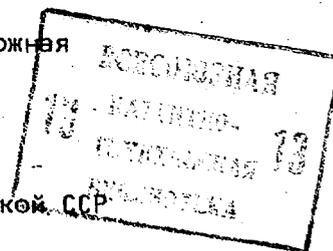
(53) УДК 621.785.  
.51.539(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Г.Г. Максимович, В.С. Павлина, О.М. Збожняя  
и Б.Н. Стахняк

(71) Заявитель

Физико-механический институт АН Украинской ССР



### (54) СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ЖАРОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯ ИЗ НИОБИЕВЫХ СПЛАВОВ

1

Изобретение относится к металлургии, в частности к химико-термической обработке металлов и сплавов, а именно к получению жаростойких многокомпонентных покрытий на изделиях, выполненных из ниобиевых сплавов.

Известен способ получения покрытий на поверхностях ниобия и его сплавов из расплава натрия, содержащего в качестве диффузанта различные металлы, например Al, Cu, Cd и др., в количестве 0,3 вес.% [1].

Однако данный способ предполагает многоступенчатое нанесение при различных температурах диссоциации соединений металла, что требует длительных выдержек для формирования очередного слоя

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является способ нанесения покрытий, при котором покрытия наносят на Nb, Mo, W

2

в среде, состоящей из расплава 25 вес.% Ca, Ba, Sr или их смеси, 0-75% Al или Si как диффундирующих элементов, 0-75% переходного элемента (Ti, Mn, Ca, Fe, Co, Ni, Zr), причем общее количество диффундирующих элементов больше 0,5%. Насыщение проводят при 900-1450°C на протяжении времени, достаточного для образования диффузионного слоя [2].

Недостатком способа является высокая температура плавления насыщающей смеси - основы ( $T_{пл}Ca=850^\circ C$ ;  $T_{пл}Ba=710^\circ C$ ;  $T_{пл}Sr=770^\circ C$ ), что затрудняет загрузку и выгрузку обрабатываемых изделий, трудность очистки насыщенных поверхностей от налипания насыщающей смеси и высокая температура насыщения (выдержка при 1200-1400°C) может привести к изменению свойств исходного материала.

Цель изобретения - повышение жаростойкости получаемых покрытий, а также упрощение технологии способа.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе, включающем обработку при 900-1100°C в жидкометаллическом расплаве, процесс ведут в расплаве на основе натрия, содержащем в качестве насыщающих элементов алюминий, хром, кремний и титан при следующем соотношении компонентов, вес. %:

Алюминий	5-10
Кремний	5-10
Титан	5-10
Хром	5-10
Натрий	Остальное

Содержание каждого элемента в расплаве должно быть 5-10 вес.%. Особое внимание уделяется хрому, так как при таком его количестве (5-10%) образуется барьерный слой. Кроме того, при другой концентрации насыщающих элементов изменяется фазовый состав покрытия. Это приводит к снижению жаростойкости. Температура насыщения 900-1100°C, время насыщения выбирают, исходя из требуемой толщины покрытия. Натрий является растворителем и транспортной средой для переноса диффундирующих элементов к поверхности насыщаемого металла. Он быстро реагирует с водой по сравнению с Ca, Ba, Sr, что позволяет без особых трудностей очистить насыщенные поверхности от его остатков. Ванна, в которой содержится насыщающая среда, выполнена из ниобия или его сплавов.

Технология осуществления предлагаемого способа следующая.

Насыщение изделий производится в ванне, выполненной в форме трубы, на внутренней поверхности которой имеются ребра, обеспечивающие более интенсивное перемешивание содержимого ванны, и тем самым в приграничной области насыщаемого металла всегда находится максимальное количество всех диффундирующих элементов, которые в последствии образуют диффузионное покрытие. Насыщение проводят при вращении горизонтально или наклонно расположенной ванны. Скорость вращения ванны составляет до 10 об/мин. Насыщающую среду, состоящую из расплава натрия, в котором содержатся в виде порошка или кусочков диффундирующие элементы (Cr, Al, Si, Ti), защищают инертной атмосферой.

Пример 1. Для получения хром-алюминий-кремний-титанового

покрытия на поверхности ниобиевого сплава 5BMЦ последний выдерживают в (Cr-Al-Si-Ti) Na среде (расплав содержит по 8 вес.% каждого диффундирующего элемента, т.е. Cr, Al, Si и Ti, остальное Na) при 1000°C в течение 5 ч. Ванну вращают со скоростью 8 об/мин. Толщина полученного покрытия составляет 90 мкм.

10 Покрытие состоит из трех слоев. Между основным материалом и внешними слоями покрытия имеется тонкий слой (5-10 мкм), играющий роль барьера как для диффундирующих элементов, так и для компонентов насыщаемого металла. Толщина этого слоя после испытания на жаростойкость увеличивается незначительно. С увеличением времени выдержки на воздухе микротвердость его возрастает и после выдержки при T=1200°C в течение 25 ч составляет 14,3 ГПа.

Таким образом, полученное покрытие (имеющее барьерный слой) позволяет использовать ниобиевые сплавы в окислительной среде при 1250°C на протяжении времени 50 ч.

Пример 2. Уменьшают концентрацию диффундирующих элементов до 5% и проводят обработку при тех же параметрах, что и в предыдущем примере. Образуется покрытие, состоящее также из трех слоев, однако с некоторым перераспределением их толщин. При содержании компонентов в расплаве меньше 5% затрудняется образование дисилицида титана и соединения Al<sub>2</sub>Cr, что приводит к снижению жаростойкости данного покрытия.

Увеличение количества диффундирующих элементов в расплаве больше 15% нежелательно, так как уже при таком их соединении возрастает толщина покрытия за счет образования алюминидов, возрастает количество пор в покрытии, а также продольных и поперечных трещин. Все эти факторы приводят к ухудшению как механических свойств данного покрытия, так и его жаростойкости.

Таким образом, предлагаемый способ по сравнению с известным имеет ряд преимуществ, а именно: низкая температура плавления транспортной среды (T<sub>пл</sub> Na=98°C) - это облегчает загрузку и выгрузку покрываемых изделий, а также их очистку, понижает температуру насыщения, приводит к

образованию барьерного слоя в процессе насыщения, что повышает температуру жаростойкости данного покрытия до 1300°C, т.е. на 30%.

Формула изобретения

Способ нанесения жаростойких покрытий на изделия из ниобиевых сплавов, включающий обработку при 900-1100°C в жидкометаллическом расплаве, содержащем насыщающие элементы, отличающийся тем, что, с целью повышения жаростойкости получаемых покрытий, упрощения технологии способа, обработку произ-

водят в расплаве на основе натрия, содержащем в качестве насыщающих элементов алюминий, кремний, титан, хром при следующем соотношении компонентов, вес. %:

5	Алюминий	5-10
	Кремний	5-10
	Титан	5-10
	Хром	5-10
10	Натрий	Остальное

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 740862, кл. С 23 С 9/10. 1978,
2. Патент Австрии № 256582, кл. С 23 С 1/10, 1967.

Составитель Л. Бурлинова

Редактор М. Янович      Техред А. Ач      Корректор Г. Огар  
Заказ 1807/39      Тираж 1049      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