



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4315976/31-02  
(22) 12.10.87  
(46) 07.05.89. Бюл. № 17  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) Л.Г.Ворошнин, А.А.Шматов, Б.В.Хина и О.А.Хохлова  
(53) 621.785.51.06(088.8)  
(56) Шматов А.А. Исследование и оптимизация процессов многокомпонентного диффузионного насыщения сталей и чугуна карбидообразующими элементами. Дис. канд. техн. наук. - Минск, 1983, 222 с.  
(54) СОСТАВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО НАСЫЩЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
(57) Изобретение относится к области химико-термической обработки углеродсодержащих сплавов в порошковых

средах и может быть использовано в машиностроительной промышленности. Целью изобретения является снижение температуры процесса, повышение износостойкости и коррозионной стойкости покрытий. Состав для комплексного насыщения дополнительно содержит оксид карбидообразующего элемента VA-VIA группы и сажу, а в качестве титансодержащего вещества - рутил при следующем соотношении компонентов, мас. %: рутил 5-6; оксид алюминия 38,5-39,5; алюминий 18-20, оксид марганца 27-30; оксид карбидообразующего элемента VA-VIA группы 5-6; хлористый аммоний 1,5-2; сажа 0,5-1. Это позволяет в 1,1-1,3 раза повысить износостойкость карбидных покрытий. 3 з.п. ф-лы, 1 табл.

1

Изобретение относится к химико-термической обработке углеродсодержащих сплавов в порошковых средах и может быть использовано в машиностроительной промышленности.

Целью изобретения является снижение температуры процесса, повышение износостойкости и коррозионной стойкости карбидных покрытий.

Состав, включающий оксид алюминия, оксид марганца, титансодержащее вещество, алюминий и хлористый аммоний, дополнительно содержит смесь сажи и оксида карбидообразующего элемента VA-VIA группы, а в качестве титансодержащего вещества -

2

рутил при следующем соотношении компонентов, мас. %

|   |           |
|---|-----------|
| Рутил   | 5-6       |
| Оксид алюминия                                  | 38,5-39,5 |
| Алюминий  | 18-20     |
| Оксид марганца                                  | 27-30     |
| Оксид карбидообразующего элемента VA-VIA группы | 5-6       |
| Хлористый аммоний                               | 1,5-2     |
| Сажа  | 0,5-1     |

В качестве оксида карбидообразующего элемента состав содержит оксид ванадия, хрома или молибдена.

Соотношение активных компонентов предлагаемой насыщающей смеси составляет, мас. %:

Рутил 12,5-15

Оксид марганца 70-75

Оксид карбидообразующего

элемента VA-

VIA группы 12,5-15

Оксид алюминия является инертной добавкой насыщающей смеси и служит для предотвращения ее спекания, а также для повышения чистоты поверхности обрабатываемого изделия.

Алюминий (порошок) является восстановителем оксидов насыщающих элементов (титана, марганца, карбидообразующего элемента VA-VIA группы, железа) до чистых металлов.

После восстановления алюминием  $MnO_2$  является поставщиком атомов марганца,  $Cr_2O_3$  - поставщиком атомов хрома,  $V_2O_5$  - поставщиком атомов ванадия,  $MoO_3$  - поставщиком атомов молибдена, рутил, содержащий 90% оксида титана и 10% оксида железа, - поставщиком атомов титана и железа.

Сажа С является носителем активного углерода и способствует увеличению толщины слоя на углеродистых сталях при более низких температурах процесса насыщения.

Хлористый аммоний является активатором процесса и служит для создания газовой фазы на основе хлоридов насыщающих элементов.

В качестве исходных веществ, входящих в состав насыщающих смесей, применяют порошки крупностью 100 - 300 мкм.

Процесс диффузионной обработки в предлагаемом составе проводят при 800-950°С в течение 4-6 ч в контейнерах с плавким затвором без использования вакуума или защитных атмосфер.

Дополнительное введение в состав титанмарганцирующей смеси рутила и карбидообразующего элемента VA-VIA группы способствует формированию на стали диффузионных слоев с повышенным содержанием карбида титана, отличающегося высокой износостойкостью и коррозионной стойкостью, хотя насыщающая смесь состоит преимущественно из марганца. Полученные в предлагаемом составе диффузионные слои содержат, кроме карбида титана, кар-

бида марганца и железа, легированные другими карбидообразующими элементами, и поэтому разработанные карбидные покрытия отличаются высокой работоспособностью и пластичностью.

Различие в коррозионной стойкости и износостойкости диффузионных карбидных слоев при дополнительном введении в титанмарганцирующую смесь оксидов карбидообразующих элементов (Cr, V, Mo) обусловлено разным соотношением карбида титана и карбидов марганца с железом, легированных другими карбидообразующими элементами.

Дополнительное введение в известный состав рутила и сажи способствует ускоренному росту карбидного слоя при более низких температурах процесса. Наличие в составе рутила железа ускоряет диффузию легирующих элементов и снижает энергию образования карбида титана. Дополнительное введение активного углерода в смесь обуславливает более быстрое взаимодействие его с титаном на поверхности обрабатываемого металла. В результате на стали образуется карбидный слой толщиной 75 мкм и более при температуре процесса 950°С (т.е. на 100°С ниже, чем при использовании известного состава).

**П р и м е р.** Диффузионное ванадий-титанмарганцирование, хромтитанмарганцирование и молибденотитанмарганцирование стали в предлагаемой порошковой среде осуществляют в контейнере с плавким затвором при 950°С в течение 5 ч.

Данные по абразивной износостойкости, коррозионной стойкости диффузионных карбидных слоев и режимы их получения приведены в таблице.

Испытания абразивной износостойкости диффузионных слоев проводят на машине типа ХБ-4 при скорости вращения абразивного круга 60 об/мин и радиальной подаче испытываемого образца 1 мм на каждый оборот. Образцы диаметром 5 мм и высотой 15 мм изнашивают торцевой поверхностью о шлифовальную шкурку марки 720×100 П1 14АЮН НМ при статической нагрузке 0,98 МПа. Абразивную шкурку используют однократно.

Показатель относительной износостойкости  $K_{ст}$  карбидных покрытий при

абразивном изнашивании определяют по формуле

$$K_{ст} = \frac{\Delta m_1}{\Delta m_2},$$

где  $\Delta m_1$  - потеря массы образца без покрытия;

$\Delta m_2$  - потеря массы образца с покрытием.

Коррозионную стойкость образцов с карбидными слоями в 3%-ном водном растворе поваренной соли оценивают по потере массы за единицу времени, отнесенную к единице площади, находящейся в контакте с коррозионной средой, по общепринятой методике. Показатель коррозионной стойкости берут как усредненное значение 3 - 5 опытов.

Таким образом, использование предлагаемого состава позволяет повысить по сравнению с известным составом износостойкость карбидных покрытий в 1,1-1,3 раза, коррозионную стойкость в 1,1-2,1 раза, снизить температуру процесса на 100°С.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Состав для комплексного насыщения стальных изделий, включающий оксид алюминия, оксид марганца, титансодержащее вещество, алюминий и хлористый аммоний, отличающийся

от известного тем, что, с целью снижения температуры процесса, повышения износостойкости и коррозионной стойкости карбидных покрытий, он дополнительно содержит сажу и оксид карбидообразующего элемента VA-VIA группы, а в качестве титансодержащего вещества - рутил при следующем соотношении компонентов, мас. %:

|   |           |
|---|-----------|
| Рутил   | 5-6       |
| Оксид алюминия                                  | 38,5-39,5 |
| Алюминий  | 18-20     |
| Оксид марганца                                  | 27-30     |
| Оксид карбидообразующего элемента VA-VIA группы | 5-6       |
| Хлористый аммоний                               | 1,5-2,0   |
| Сажа  | 0,5-1,0   |

2. Состав по п. 1, отличающийся от известного тем, что в качестве оксида карбидообразующего элемента содержит оксид хрома.

3. Состав по п. 1, отличающийся от известного тем, что в качестве оксида карбидообразующего элемента содержит оксид ванадия.

4. Состав по п. 1, отличающийся от известного тем, что в качестве оксида карбидообразующего элемента содержит оксид молибдена.

| Состав       | Содержание компонентов, мас. % |           |    |         |          |          |      | Режим насыщения |            | Повышение стойкости, $K_{ст}$ | Коррозионная стойкость |
|--------------|--------------------------------|-----------|----|---------|----------|----------|------|-----------------|------------|-------------------------------|------------------------|
|              | Титансодержащее вещество       | $Al_2O_3$ | Al | $MnO_2$ | Оксид Me | $NH_4Cl$ | Сажа | t, °C           | $\tau$ , ч |                               |                        |
| Известный    | TiO <sub>2</sub>               |           |    |         |          |          |      |                 |            |                               |                        |
| 1            | 9                              | 47        | 15 | 27      | -        | 2        | -    | 1050            | 6          | 30                            | 0,064                  |
| 2            | 9                              | 47        | 15 | 27      | -        | 2        | -    | 950             | 5          | 12                            | 0,068                  |
| Предлагаемый | Рутил                          |           |    |         | $V_2O_5$ |          |      |                 |            |                               |                        |
| 3            | 6                              | 38,5      | 20 | 27      | 6        | 1,5      | 1    | 950             | 5          | 32                            | 0,049                  |
| 4            | 5,5                            | 39        | 19 | 28,5    | 5,5      | 1,75     | 0,75 | 950             | 5          | 32                            | 0,045                  |
| 5            | 5                              | 39,5      | 18 | 30      | 5        | 2        | 0,5  | 950             | 5          | 34                            | 0,038                  |
| 6            | 4,5                            | 40        | 17 | 31,5    | 4,5      | 2,5      | -    | 950             | 5          | 1,3                           | 0,073                  |
| 7            | 7                              | 39,5      | 18 | 30      | 3        | 2        | 0,5  | 950             | 5          | 21                            | 0,071                  |
| 8            | 3                              | 39,5      | 18 | 30      | 7        | 2        | 0,5  | 950             | 5          | 1,1                           | 0,082                  |

Скорость коррозии в 3%-ном NaCl,  $\tau = 50$  ч, г/м<sup>2</sup>, ч

