

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **24357**

(13) **С1**

(45) **2024.08.20**

(51) МПК

С 23С 12/02 (2006.01)

(54) **СМЕСЬ ДЛЯ БОРОМЕДНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

(21) Номер заявки: а 20230111

(22) 2023.05.05

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

(72) Авторы: Ситкевич Михаил Васильевич; Дашкевич Владимир Георгиевич; Судников Митрофан Александрович (ВУ)

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

(56) SU 901348, 1982.

ВУ 23965 С1, 2023.

SU 1544840 А1, 1990.

SU 821530, 1981.

SU 1145052 А, 1985.

(57)

Смесь для боромеднения стальных деталей, содержащая карбид бора, фтористый натрий и оксид меди, отличающаяся тем, что дополнительно содержит торфокрошку и полиминеральную глину при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|-----------------------|--------|
| карбид бора | 30-50 |
| фтористый натрий | 2-6 |
| оксид меди | 25-36 |
| торфокрошка | 8-15 |
| полиминеральная глина | 15-25. |

Изобретение относится к области металлургии, а именно к химико-термической обработке (ХТО), и может быть использовано для изготовления диффузионноупрочненных стальных деталей, имеющих повышенную долговечность при эксплуатации в условиях изнашивания, коррозионноактивных сред, высокотемпературного окисления.

Известен состав для боромеднения стальных изделий [1], содержащий следующие компоненты, %:

| | |
|------------------|--------|
| карбид бора | 45-65 |
| медь | 3-6 |
| фтористый натрий | 5-10 |
| железная окалина | 25-40. |

В данной смеси можно проводить боромеднение без использования контейнеров с плавким затвором для изоляции смеси от воздушной печной среды. В то же время при проведении ХТО в воздушной среде происходит существенное спекание смеси. Также после боромеднения наблюдается существенное налипание смеси на обрабатываемых поверхностях, что требует операций по удалению остатков.

Известна смесь для боромеднения стальных деталей [2], принятая за прототип, содержащая следующие компоненты, в мас. %:

| | |
|------------------|--------|
| карбид бора | 25-65 |
| фтористый натрий | 2-10 |
| окись меди | 25-45. |

ВУ 24357 С1 2024.08.20

ВУ 24357 С1 2024.08.20

В данной смеси можно проводить боромеднение в воздушной печной среде без использования герметизируемых контейнеров с плавким затвором, и окисления кислородом порошковых компонентов не происходит.

Однако при ее использовании на боромедненных поверхностях деталей после ХТО имеет место существенное налипание неотделившихся остатков смеси, что требует дополнительных операций по их удалению. Кроме того она используется для диффузионного насыщения относительно мелкогабаритных деталей, которые целиком засыпаются данной смесью. В то же время диффузионное насыщение отдельных рабочих поверхностей крупногабаритных деталей с использованием данной смеси осуществить не представляется возможным, так как смесь сыпается с наклонных поверхностей.

Задачей, решаемой изобретением, является уменьшение налипания остатков смеси на поверхности деталей после химико-термической обработки, а также способность нанесенного слоя увлажненной смеси удерживаться на вертикальных поверхностях как до, так и во время диффузионного насыщения, что дает возможность подвергать химико-термической обработке любые наклонные поверхности крупногабаритных деталей.

Поставленная задача решается тем, что смесь для боромеднения стальных деталей, содержащая карбид бора, фтористый натрий и оксид меди, дополнительно содержит торфокрошку и полиминеральную глину при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|-----------------------|--------|
| карбид бора | 30-50 |
| фтористый натрий | 2-6 |
| оксид меди | 25-36 |
| торфокрошка | 8-15 |
| полиминеральная глина | 15-25. |

Данная смесь позволяет проводить процесс боромеднения при длительных выдержках в камерных печах с воздушной атмосферой без использования герметизации контейнеров. В то же время частицы смеси после боромеднения лишь в небольшой доле налипают на диффузионнонасыщенные поверхности деталей, что позволяет существенно облегчить дополнительные операции по их удалению с боромедненных поверхностей деталей после завершения химико-термической обработки. Кроме того, увлажненный слой смеси хорошо удерживается на диффузионнонасыщаемой вертикальной поверхности деталей как до, так и во время диффузионного насыщения, что позволяет проводить диффузионное насыщение любых, даже вертикальных рабочих поверхностей крупногабаритных деталей.

Пример.

Образцы стали 45 размерами $10 \times 10 \times 10$ мм засыпали тщательно перемешанной смесью заявленных компонентов, помещали в печь с температурой 900°C и выдерживали 4 ч, после чего их подвергали исследованиям по определению доли поверхности образцов с налипанием смеси после ХТО. Одновременно в другой серии испытаний в смесь вводилась вода до тестообразной консистенции, после чего увлажненная смесь слоем толщиной 5 мм наносилась на вертикальную поверхность образцов стали 45 высотой 100 мм. Образцы помещали в печь с температурой 900°C и проводили диффузионное насыщение с выдержкой 4 ч, после чего их подвергали исследованиям по определению доли слоя увлажненной смеси, удерживающейся на вертикальной поверхности образца после ХТО. Результаты исследований представлены в таблице.

ВУ 24357 С1 2024.08.20

| № опыта | Состав смеси, в мас. % | | | | | Доля слоя увлажненной смеси, удерживающейся на вертикальной поверхности образца после ХТО, % | Доля поверхности образца с налипанием смеси после ХТО, % |
|---------|---|------------------|------------|-------------|------------------|--|--|
| | Карбид бора | Фтористый натрий | Оксид меди | Торфокрошка | Полимерная глина | | |
| 1 | 50 | 2 | 25 | 8 | 15 | 100 | 3-4 |
| 2 | 30 | 6 | 24 | 15 | 25 | 100 | 3-4 |
| 3 | 35 | 3 | 36 | 9 | 17 | 100 | 2-3 |
| 4 | Прототип: 60 % карбид бора + 5 % фтористый натрий + 35 % оксид меди | | | | | 0 | 30-35 |

Приведенные в таблице данные свидетельствуют, что при использовании заявленного состава (опыты 1-3) после ХТО в условиях, одинаковых с прототипом, налипания остатков смеси на поверхности диффузионноупрочненных деталей 2-4 %. При использовании смеси, принятой за прототип (опыт 4), доля поверхности с налипшими остатками смеси составляет 30-35 %. При этом в случае использования заявленного состава (опыты 1-3) после ХТО в условиях, одинаковых с прототипом, слой увлажненной смеси хорошо удерживается на диффузионнонасыщаемой вертикальной поверхности деталей во время боромеднения. При использовании смеси, принятой за прототип (опыт 4), на вертикальной поверхности слой увлажненной смеси не удерживается.

Источники информации:

1. SU 685716, 1979.
2. SU 901348, 1982.