



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

237784

(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

B 23 K 35/368  
B 23 K 35/28

(22) Přihlášeno 13 10 81  
(21) (PV 7563-81)

(89) 1 004 052, SU

(40) Zveřejněno 15 10 84

(45) Vydáno 15 09 86

(75)  
Autor vynálezu

ZUSIN VLADIMÍR JAKOVLEVIČ, ŽDANOV, ČERNOIVANOV VJAČESLAV IVANOVÍČ,  
MOSKVA, VAJNER GENNADIJ NAUMOVÍČ, KABANEC ANATOLIJ NIKOLAJEVIČ,  
MURATOV VIKTOR ALEXEJEVIČ, ŽDANOV, GORODKOV VLADIMÍR KONSTANTINOVÍČ,  
CHASANOV RAIF ŠARIFULOVIČ, MOSKVA (SSSR)

(54) Složení práškového drátu

Složení práškového drátu se týká svařování zvláště materiálů používaných pro svařování a navařování hliníkových slitin.

Cílem je zvýšení odolnosti proti opotřebení kovu svaru při zvýšených teplotách.

Stanovený cíl se dosahuje tím, že v sestavě práškového drátu, především pro svařování hliníkových slitin, skládající se z hliníkového obalu a z náplně, zahrnující měď, křemík a složku obsahující zirkon, náplň dále obsahuje mangan a nikl a jako složku obsahující zirkon - fluorozirkonát vápníku, při tomto poměru složek ve hmotnostních %:

|                        |            |
|------------------------|------------|
| měď                    | 0,3 až 2,5 |
| křemík                 | 13,1 až 24 |
| fluorozirkonát vápníku | 0,1 až 5   |
| mangan                 | 0,8 až 3   |
| nikl                   | 0,7 až 5   |
| hliníkový obal         | zbytek.    |

Изобретение относится к сварке, в частности к материалам, применяемым для сварки и наплавки алюминиевых сплавов.

Известен состав сварочного материала /1/, содержащего следующие компоненты, вес. %:

|          |            |
|----------|------------|
| Медь     | 4,8-5,8    |
| Кремний  | 1,2-2,0    |
| Магний   | 0,25-0,45  |
| Олово    | 2,7-3,5    |
| Алюминий | Остальное. |

Однако известный сварочный материал обеспечивает недостаточную износостойкость металла шва.

Наиболее близким к изобретению по составу является порошковая проволока /2/, состоящая из алюминиевой оболочки и шихты, включающей следующие компоненты, вес. %:

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| Кремний                        | 4,6-5,9    |
| Магний                         | 0,45-0,9   |
| Компонент, содержащий цирконий | 0,2-0,3    |
| Медь                           | 0,2        |
| Алюминиевая оболочка           | Остальное. |

Недостатком известной порошковой проволоки является низкая износостойкость металла шва при повышенных температурах.

Цель изобретения - повышение износостойкости металла шва при повышенных температурах.

Цель достигается тем, что шихта дополнительно содержит марганец и никель, а в качестве компонента, содержащего цирконий, - фторцирконат калия, при следующем соотношении компонентов, вес. %:

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Медь                 | 0,3-2,5    |
| Кремний              | 13,1-24    |
| Фторцирконат калия   | 0,1-5      |
| Марганец             | 0,8-3      |
| Никель               | 0,7-5      |
| Алюминиевая оболочка | Остальное. |

Медь вводится в состав порошковой проволоки в пределах 0,3-2,5% для повышения жаропрочности и износостойкости наплавленного металла при повышенных температурах. При содержании меди в состав порошкового электрода 0,3% и менее влияние ее на металл наплавки незначительно.

С увеличением содержания меди до 2,5% в шихте порошковой проволоки металл наплавки обладает повышенными прочностными характеристиками при длительном нагреве до температур +300-400°C. Это объясняется тем, что медь при содержании до 2,5% участвует в повышении межатомной связи твердого раствора, содержащего марганец. Кроме того, при распаде твердого раствора сложного по составу сплава образуются дисперсные частицы фазы  $T(Al_2MnCu)$ , которые участвуют в создании микронеоднородности внутри зерен твердого раствора, что затрудняет деформацию. Избыточная медь участвует в образовании никельсодержащей фазы  $T(Al_6Cu_3Ni)$ , которая кристаллизуется в разветвленной форме, ее частицы,

располагаясь по границе зерен твердого раствора, блокируют их и тем самым обеспечивают значительное повышение жаропрочности сплава. Содержание меди в шихте порошковой проволоки следует ограничить до 2,5%, так как при содержании более 2,5%, в структуре наплавки появляется фаза  $\text{CuAl}_2$ , способствующая охрупчиванию сплава, понижению коррозионной стойкости и, следовательно, износостойкости и повышению склонности к объемным изменениям.

Кремний, вводимый в состав порошковой проволоки в пределах 13,1-24%, способствует снижению коэффициента линейного расширения, повышает твердость и увеличивает износостойкость металла плавки при повышенных температурах.

При содержании кремния ниже 13,1% в составе шихты порошковой проволоки наплавленный металл обладает пониженными прочностными характеристиками, повышенным коэффициентом линейного расширения, а следовательно, и низкими свойствами по жаропрочности. При содержании кремния в шихте порошковой проволоки более 24% металл наплавки подвержен трещинообразованию от циклических напряжений и охрупчиванию, что снижает прочностные характеристики.

Цирконий в состав шихты порошковой проволоки введен в виде фторцирконата калия, это приводит к модифицированию наплавленного металла и повышению его плотности, что обеспечивает увеличение износостойкости материала при повышенных температурах за счет более равномерного распределения твердых включений по объему наплавленного металла.

Образующие в наплавленном металле интерметаллиды алюминия и циркония повышают жаропрочность сплава.

Введение фторцирконата калия способствует стабилизации процесса наплавки, улучшение сварочно-технологических характеристик дуги, способствует образованию тон-

кого слоя шлаковой оболочки, которая предохраняет сварочную ванну от воздействия воздуха.

Кроме этого, цирконий снижает склонность сплава к горячим трещинам, производит дегазацию сплава, повышает плотность наплавки, устраняет порообразование.

Эффект модифицирования металла наблюдается при содержании фторцирконата калия в шихте порошковой проволоки 0,1%. Этим обусловлен нижний предел содержания фторцирконата калия. Увеличение содержания фторцирконата калия выше 5% в шихте порошковой проволоки способствует повышению склонности металла наплавки к охрупчиванию. В связи с этим содержание фторцирконата калия в шихте порошковой проволоки более 5% нерационально.

Марганец в пределах 0,8-3% в сочетании с кремнием и медью в указанных пределах повышает твердость и прочность наплавленного металла при повышенных температурах.

Содержание в шихте порошковой проволоки марганца меньше 0,8% не оказывает влияния на характеристики жаропрочности и износостойкости металла наплавки. При содержании марганца выше 0,8% и до 3% атомы марганца, находясь в кристаллической решетке твердого раствора, способствуют перераспределению валентных электронов атомов других элементов. Это способствует увеличению межатомной связи, понижению коэффициента самодиффузии алюминия и тем самым повышению жаропрочности и износостойкости сплава. Однако увеличение содержания марганца выше 3% в шихте порошковой проволоки неблагоприятно сказывается на санитарно-гигиенических условиях процесса наплавки.

Введение 0,7-5% никеля мало изменяет механические свойства сплава при комнатной температуре, но заметно повышает его жаропрочность при повышенных температурах. Это объясняется тем, что никельсодержащая фаза способствует упрочнению границ зерен твердого

раствора. При содержании никеля выше 5% в порошковой проволоке увеличивается твердость наплавки и склонность к охрупчиванию.

При содержании никеля ниже 0,7% изменение свойств жаропрочности и износостойкости при повышенных температурах не наблюдается.

Составы порошковых проволок представлены в таблице 2.

Свойства наплавленного металла при повышенных температурах приведены в таблице 2.

В качестве порошковых проволок изготавливались ленты сечением 7 x 1,5 мм. Порошковые ленты изготавливались на стандартном оборудовании. Наплавку осуществляют на следующем режиме:  $I_{CB} = 200-250A$ ,  $U_x = 15-17\text{ В}$ ,  $V_{CB} = 8\text{ м/ч}$ .

Из полученных данных видно, что наиболее износостойкими свойствами при повышенных температурах обладает состав 3, принятый за оптимальный.

Применение данного порошкового электрода только для наплавки поршней двигателей позволяет значительно увеличить срок их эксплуатации за счет повышения износостойкости.

Таблица 1

| Компоненты              | Состав порошковых проволок |                          |                    |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
|                         | 1<br>(Нижний<br>предел)    | 2<br>(Верхний<br>предел) | 3<br>(Оптимальный) |
| Кремний                 | 13,1                       | 24                       | 13,3               |
| Медь                    | 0,3                        | 2,5                      | 1,4                |
| Никель                  | 0,7                        | 5                        | 2,5                |
| Марганец                | 0,8                        | 3,0                      | 1,3                |
| Фторцирконат<br>калия   | 0,1                        | 5,0                      | 0,9                |
| Алюминиевая<br>оболочка | Остальное                  |                          |                    |

Таблица 2

| Составы порошковых проволок | Температура испытаний, °C | Относительная износостойкость | Твердость наплавленного металла НВ, кг/мм | Коэффициент линейного расширения |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 (нижний предел)           | 300                       | 1,1                           | 75,5                                      | 4,15                             |
| 2 (верхний предел)          | 300                       | 1,8                           | 89,7                                      | 3,95                             |
| 3 (оптимальный)             | 300                       | 2,2                           | 98,3                                      | 2,45                             |
| Прототип                    | 300                       | 1,0                           | 64,8                                      | 9,80                             |

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Состав порошковой проволоки, преимущественно для сварки алюминиевых сплавов, состоящий из алюминиевой оболочки и шихты, включающей медь, кремний и компонент, содержащий цирконий, отличающийся тем, что, с целью повышения износостойкости металла шва при повышенных температурах, шихта дополнительно содержит марганец и никель, а в качестве компонента, содержащего цирконий, - фторцирконат калия, при следующем соотношении компонента, вес. %:

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Медь                 | 0,3-2,5    |
| Кремний              | 13,1-24    |
| Фторцирконат калия   | 0,1-5      |
| Марганец             | 0,8-3      |
| Никель               | 0,7-5      |
| Алюминиевая оболочка | Остальное. |

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Авторское свидетельство СССР № 351920, кл. С 22 С 21/16, 1969.
2. Авторское свидетельство СССР № 228823, кл. В 23 К 35/28, 1967 (прототип).

## А Н Н О Т А Ц И Я

Состав порошковой проволоки относится к сварке, в частности к материалам, применяемым для сварки и наплавки алюминиевых сплавов.

Цель изобретения - повышение износостойкости металла шва при повышенных температурах.

Поставленная цель достигается тем, что в составе порошковой проволоки, преимущественно для сварки алюминиевых сплавов, состоящей из алюминиевой оболочки и шихты, включающей медь, кремний и компонент, содержащий цирконий, шихта дополнительно содержит марганец и никель, а в качестве компонента, содержащего цирконий, - фторцирконат калия, при следующем соотношении компонентов, вес. %:

|              |            |
|--------------|------------|
| медь         | 0,3-2,5    |
| кремний      | 13,1-24    |
| фторцирконат |            |
| калия        | 0,1-5      |
| марганец     | 0,8-3      |
| никель       | 0,7-5      |
| алюминиевая  |            |
| оболочка     | остальное. |

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Složení práškového drátu, zejména pro svařování hliníkových slitin, sestávající z hliníkového obalu a náplně, obsahující měď, křemík a složku obsahující zirkon, vyznačující se tím, že pro zvýšení odolnosti proti opotřebení kovu sváru při zvýšených teplotách náplň obsahuje mangan a nikl a jako složku obsahující zirkon -fluorozinkonát vápníku, při tomto poměru složek ve hmotnostních %:

|                        |            |
|------------------------|------------|
| měď                    | 0,3 až 2,5 |
| křemík                 | 13,1 až 24 |
| fluorozinkonát vápníku | 0,1 až 5   |
| mangan                 | 0,8 až 3   |
| nikl                   | 0,7 až 5   |
| hliníkový obal         | zbytek.    |

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertizy, provedené Státním výborem pro vynálezy a objevy SSSR, Moskva, SU.