

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18951**

(13) **С1**

(46) **2015.02.28**

(51) МПК

C 22C 33/04 (2006.01)

C 22C 38/12 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БОРСОДЕРЖАЩИХ СПЛАВОВ
НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА**

(21) Номер заявки: а 20111838

(22) 2011.12.28

(43) 2013.08.30

(71) Заявитель: Белорусский националь-
ный технический университет (ВУ)

(72) Автор: Невар Николай Федорович
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский на-
циональный технический университет
(ВУ)

(56) RU 2093597 C1, 1997.

SU 1770434 A1, 1992.

RU 2061269 C1, 1996.

(57)

1. Способ получения борсодержащего сплава на основе железа, при котором в тигель загружают молибден в количестве 0,8-2,0 мас. %, затем загружают железоуглеродистые компоненты шихты и расплавляют, полученный расплав раскисляют, после чего под предварительно наведенный на поверхность расплава покровный шлак вводят боронасыщающий компонент в количестве 22,0-28,0 мас. % и доводят температуру расплава до 1540-1560 °С со скоростью 3-6 °С/мин.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что в качестве боронасыщающего компонента используют мелкоизмельченный до наноуровня ферробор или мелкодисперсный карбид бора.

Изобретение относится к черной металлургии, а именно к способам производства сплавов железа с бором в электрических плавильных агрегатах для получения изделий, эксплуатирующихся в абразивной и гидроабразивной среде с сопутствующим кавитационным воздействием.

Известен способ получения сплавов типа неодим-железо-бор расплавлением химически чистых компонентов в индукционной тигельной печи с последующей кристаллизацией получаемого расплава в медной водоохлаждаемой изложнице. Сущность изобретения заключается в том, что в индукционный плавильный агрегат с алундовым тиглем проводили загрузку шихты, в состав которой входили такие компоненты, как железо, бор, углерод и др., расплавляли, вводили редкий металл, затем выдерживали и кристаллизовали в водоохлаждаемой изложнице [1].

Недостатками приведенного способа являются загрязнение расплава материалом тигля, значительные потери неодима за счет испарения, достаточно сложная конструкция плавильного агрегата, которая продиктована необходимостью заливки расплава в водоохлаждаемую изложницу.

Наиболее близким по технической сущности к достигаемому результату является способ получения сплавов на основе редкоземельных металлов и железа, включающий за-

BY 18951 C1 2015.02.28

грузку компонентов в тигель индукционной печи, сплавление в инертной атмосфере и кристаллизацию в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе. Редкоземельный металл вводили в расплав незадолго до окончания процесса плавки (за 5-30 мин). При этом загрузка бора осуществлялась в тигель одновременно с железом в чистом виде или в виде лигатуры железо-бор [2].

Недостатками данного способа являются невысокая степень усвоения бора, так как бор загружается в тигель одновременно с железом в чистом виде или в виде лигатуры железо-бор, введение редких тугоплавких металлов производится в виде предварительно подготовленной лигатуры, сложная конструкция установки, большая продолжительность плавки.

Задача, решаемая данным изобретением, - создание ресурсосберегающей, экономически и экологически выгодной технологии производства литых борсодержащих сплавов. При этом обеспечивается более высокая степень усвоения бора, а также перехода вводимых элементов в расплав.

Для достижения решения поставленной задачи в способе получения борсодержащих сплавов на основе железа, при котором в тигель загружают молибден в количестве 0,8-2,0 мас. %, затем загружают железоуглеродистые компоненты шихты и расплавляют, полученный расплав раскисляют, после чего под предварительно наведенный на поверхность расплава покровный шлак вводят боронасыщающий компонент в количестве 22,0-28,0 мас. % и доводят температуру расплава до 1540-1560 °С со скоростью 3-6 °С/мин.

В качестве боронасыщающего компонента используют мелкоизмельченный до наноуровня ферробор или мелкодисперсный карбид бора.

Наведение покровного шлака на поверхность ванны способствует защите от окисления и угара вводимых компонентов при температурах, соответствующих приведенным выше.

В результате проведенных исследований выявлена возможность получения железобористого сплава в электроплавильных агрегатах. Сплав, полученный по заявляемому способу, способен работать в абразивных и гидроабразивных средах с сопутствующим кавитационным воздействием.

Пример.

Плавку проводили в индукционной тигельной печи. Исходными компонентами для получения борсодержащего сплава служили сталь 20 согласно ГОСТ 1050-88, ферромolibден ФМо 40 ГОСТ 27130-94, ферромарганец ФМн 78 ГОСТ 4755-91, мелкоизмельченный (до наноуровня) ферробор марки ФБ 1 (20) ГОСТ 14848-69. Для проведения процесса раскисления использовали алюминий чушковый марки АВ-91 ГОСТ 295-88, а также ферросилиций ФС45 ГОСТ 16523-97 и ФМн 78. Мелкоизмельченный ферробор вводили с учетом безвозвратных потерь. В качестве покровного шлака использовали следующий состав мас. %: хлорид кальция - 47, хлорид натрия - 30, криолит - 23. Перед загрузкой в печной агрегат шихту подогревали до температуры 650-670 °С. Вначале загружаем ферромolibден, затем лом черных металлов. Введение ферробора осуществлялось в капсулах из алюминия под зеркало металла при температуре расплава 1480-1520 °С. Наличие алюминиевой капсулы оказывает стабилизирующее воздействие на процесс введения бора. Затем температуру расплава поднимали до 1540-1560 °С со скоростью 3-6 °С/мин. При достижении необходимой температуры и удалении с поверхности зеркала металла шлака производили разливку полученного расплава. Охлаждение и кристаллизация происходили в предварительно подогретых до температуры 280-300 °С графитовых тиглях.

Загрузка тугоплавкого компонента под слой железоуглеродистой шихты приводит к равномерному расплавлению всех компонентов и позволяет сократить время плавки и достижению гомогенизации всего расплава. Введение марганца приводит к улучшению литейных и прочностных свойств сплава. Проводимое раскисление перед внесением в расплав борсодержащего компонента позволяет повысить степень его усвоения за счет

BY 18951 C1 2015.02.28

снижения в расплаве остаточного кислорода. При этом использовался раскисляющий комплекс Mn, Si, Al.

Выбранные температурные и временные параметры определяются следующими факторами. Увеличение температуры расплава до 1540-1560 °С со скоростью более 6 °С/мин приводит к снижению количества усвоенного бора, а скорость менее 3 °С/мин. приводит к удлинению процесса плавки, к потерям бора в расплаве за счет его окисления и выгорания. Контроль готового расплава производили с помощью химического анализа. Результаты исследований по продолжительности плавки и степени потерь компонентов представлены в следующей таблице.

Сплав	Температура введения борсодержащего компонента, °С	Скорость повышения температуры расплава, °С/мин	Потери при введении В, %	Время выдержки в расплавленном состоянии, мин
По известному прототипу	650-670	4,0	0,35	45
По предлагаемому способу	1480-1520	3,0-6,0	0,2-0,22	32-40

Проведенные исследования доказали возможность получения сплавов железа с бором в электрических плавильных агрегатах по заявляемому способу. Введение предлагаемого комплекса раскислителей способствует увеличению степени усвоения бора.

Источники информации:

1. Растегаев В.С., Степанова Г.И., Гудим З.Ю. Влияние технологических параметров на свойства магнитотвердых материалов типа Nd-Fe-B // Электротехника. - 1989. - № 11. - С. - 15-18.
2. Патент РФ 2093597, МПК С22С 1/02,33/04, 1997.