

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20907**

(13) **С1**

(46) **2017.04.30**

(51) МПК

C 22C 35/00 (2006.01)

(54)

МОДИФИКАТОР ДЛЯ ЧУГУНА

(21) Номер заявки: а 20131317

(22) 2013.11.12

(43) 2015.06.30

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

(72) Авторы: Комаров Олег Сидорович; Барановский Константин Эдуардович; Урбанович Наталья Ивановна; Нисс Владимир Семенович; Лецко Андрей Иванович; Волосатиков Виктор Игоревич; Проворова Инесса Богдановна; Комарова Тамара Дмитриевна; Розенберг Евгений Викторович (ВУ)

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

(56) RU 2373290 C2, 2009.

SU 169548, 1965.

ВУ 7538 С1, 2005.

RU 2180363 С1, 2002.

(57)

Модификатор для чугуна, содержащий высушенный отход, образующийся при разрезании слитков монокристаллического кремния, и алюминий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

высушенный отход	5-30
алюминий	остальное,

при этом высушенный отход, образующийся при разрезании слитков монокристаллического кремния, содержит кремний, графит и карбид кремния при следующем соотношении компонентов, мас. %:

кремний	30-32
графит	6-10
карбид кремния	остальное.

Изобретение относится к литейному производству, в частности к модификаторам для серых, высокопрочных чугунов, высокохромистых чугунов, предназначенных для улучшения структуры, повышения механических свойств, снижения величины отбела и управления макроструктурой.

Известен модификатор для чугуна [1], содержащий, мас. %:

железо	10-20
кремний	5-10
титан	0,2-0,4
алюминий	остальное.

Недостатками известного модификатора являются: низкое содержание в нем кремния, наиболее активного компонента для устранения отбела, недостаточная дисперсность модификатора, поэтому для усвоения модификатора требуется повышенная температура расплава и большое количество модификатора.

ВУ 20907 С1 2017.04.30

ВУ 20907 С1 2017.04.30

Известен модификатор в виде модифицирующей смеси [2], содержащий высокодисперсный порошок кремния, образованный при производстве органогалогенсиланов, и графит в виде подвергнутого температурной обработке выше 5000 °С и тонкому помолу искусственного графита, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

кремний	35-90
искусственный графит	10-65.

Средний размер частиц модификатора составляет 0,12 мкм.

Недостатком прототипа является его низкая графитизирующая и модифицирующая способность, потому что для модифицирования используется смесь из ультрадисперсных частиц, которые слипаются в процессе приготовления и хранения, вследствие чего частицы модификатора неравномерно замешиваются в расплаве. Для получения ультрадисперсных частиц модификатора необходимо измельчение, приводящее к усложнению изготовления и его удорожанию. Также модификатор не содержит раскислителя, в связи с чем часть графита и кремния в нем будет затрачена на раскисление расплава.

Задачей предлагаемого изобретения является увеличение графитизирующей способности модификатора, улучшение структуры, повышение механических свойств чугуна, снижение расхода модификатора и себестоимости модифицирования.

Поставленная задача достигается тем, что модификатор для чугуна, содержащий высушенный отход, образующийся при разрезании слитков монокристаллического кремния, и алюминий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

высушенный отход	5-30
алюминий	остальное.

при этом высушенный отход, образующийся при разрезании слитков монокристаллического кремния, содержит кремний, графит и карбид кремния при следующем соотношении компонентов, мас. %:

кремний	30-32
графит	6-10
карбид кремния	остальное.

Высушенный отход представляет собой смесь кремния, графита и карбида кремния. Кремний - это частицы, образующиеся при распиливании слитка кремния, которые имеют размер 0,1-1 мкм. Графит представляет собой ультрадисперсные частицы размером 0,2-3 мкм, образующиеся при разложении при 200 °С полиэтиленгликоля, используемого для смазки и доставки абразива (карбида кремния) в зону резания. Карбид кремния представляет собой отход абразива, используемого при распиливании монокристаллического кремния. Размер частиц карбида кремния составляет 5-10 мкм.

Ультрадисперсные частицы кремния, графита и карбида кремния при введении в расплав способствуют зародышеобразованию графитной фазы, обеспечивают получение мелкодисперсной структуры, снижают отбел и сокращают зону междендритного графита.

Алюминий в виде порошка алюминия способствует раскислению расплава, образованию ультрадисперсных неметаллических включений, являющихся центрами кристаллизации металлической фазы и графита. Это приводит к снижению расхода модификатора, измельчению структуры, повышению механических свойств. Чтобы предотвратить слипание ультрадисперсных частиц и ухудшение усвоения модификатора, порошок алюминия и модифицирующий компонент совместно обрабатываются в высокоэнергетической мельнице, где модифицирующие частицы внедряются в алюминиевый порошок. В таком виде модификатор легко усваивается в расплаве. Таким образом, порошок алюминия, в который механически внедрены тугоплавкие частицы, является носителем модифицирующих компонентов, обеспечивающим их равномерное распределение в расплаве чугуна. Использование ультрадисперсных частиц, внедренных в порошок алюминия, приводит к снижению расхода модификатора до 0,01 - 0,05 % от массы обрабатываемого расплава.

Содержание в составе модификатора высушенного отхода, образующегося при разрезании слитков монокристаллического кремния, в заявляемых пределах обеспечивает по-

ВУ 20907 С1 2017.04.30

лучение стабильного модифицирующего эффекта. Содержание ниже нижнего предела не дает значительного модифицирующего эффекта, а выше - увеличивает количество шлака и снижает модифицирующий эффект за счет слипания и худшего распределения частиц в порошке алюминия.

Опытные плавки проводили на сером чугуна следующего состава: С 3,2-3,4 %; Si 1,8-2 %; Mn 0,6-0,7 %; Cr 0,07-0,1 %; S 0,03-0,04 %; P 0,1-0,12 %, который выплавляли в индукционной печи ИСТ-016. После расплавления чугун перегревали до 1450-1480 °С, модифицировали в ковше при 1400-1420 °С модификатором, взятым за прототип в количестве 0,05 %, и заявляемым модификатором в количестве 0,03 %. В табл. 1 приведены составы модификаторов.

Таблица 1

Опыт	Соотношение компонентов	
	Высушенные отходы, образующиеся при разрезании слитков монокристаллического кремния	Порошок алюминия
1	2	98
2	5	95
3	15	85
4	30	70
5	50	50
Известный	10 % графита тонкого помола; 90 % высокодисперсного порошка кремния	--

Результаты сравнительных испытаний чугунов, выплавленных с добавкой заявляемого модификатора и модификатора-прототипа, приведены в табл. 2.

Таблица 2

№	Отбел, мм	Зона междендритного графита, мм	Размер графитных включений, мкм	Сопротивление разрыву, МПа	Количество модификатора, %
1	10	6	220	180	0,03
2	3	4	180	200	0,03
3	2	2	160	220	0,03
4	3	4	180	200	0,03
5	5	5	200	180	0,03
Известный	6	6	200	180	0,05

Из анализа табл. 2 видно, что наиболее благоприятные структура и свойства наблюдаются при применении заявленного состава модификатора (2-4). В соотношениях, отличных от (2-4), а также при использовании известного модификатора структура хуже, а свойства чугуна ниже.

Таким образом, использование модификатора, содержащего высушенный отход, образующийся при разрезании слитков монокристаллического кремния, для модифицирования серого чугуна позволило увеличить графитизирующую способность модификатора и тем самым снизить отбел, улучшить структуру (уменьшить размер графитных включений), повысить механические свойства, уменьшить расход модификатора, снизить его стоимость за счет использования отхода.

Источники информации:

1. Заявка RU 94025093 А1, МПК С 22С 33/08, С 22С 35/00, 1996.
2. Патент RU 2373290 С2, МПК С 21С 1/08, 2009.