

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 15497

(13) С1

(46) 2012.02.28

(51) МПК

C 22C 35/00 (2006.01)

C 21C 7/00 (2006.01)

(54)

МОДИФИКАТОР ДЛЯ СТАЛИ

(21) Номер заявки: а 20100987

(22) 2010.06.29

(43) 2012.02.28

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

(72) Авторы: Волосатиков Виктор Игоревич; Комаров Олег Сидорович; Комаров Дмитрий Олегович (ВУ)

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

(56) SU 1216235 А, 1986.

RU 2026404 С1, 1995.

RU 2006513 С1, 1994.

US 4233065, 1980.

WO 88/04697 А1.

ВУ 8248 С1, 2006.

(57)

Модификатор для стали, содержащий алюминий, титан, бор, молибден и железо, отличающийся тем, что дополнительно содержит висмут при следующем соотношении компонентов, мас. %:

алюминий	9,50-10,50
титан	2,45-2,65
бор	0,76-2,52
молибден	1,50-4,57
висмут	1,95-5,80
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургического производства, конкретно к созданию модификаторов для стали.

Модифицирование стали химически активными элементами (кальций, алюминий, РЗМ), сопровождающееся ее раскислением, нашло широкое применение в практике литейного производства [1, 2]. При его применении наблюдается измельчение зерна на 2-3 балла, уменьшение глубины трансформации и несколько возрастают прочностные характеристики. Аналогичный эффект наблюдается и при введении в сталь карбидообразующих элементов (ванадий, бор, титан, цирконий, ниобий) [3, 4] или соединений в виде нитридов и карбонитридов [5, 6]. Существует мнение, что дополнительное введение в состав модификаторов поверхностно-активных элементов (теллур, висмут, сурьма), так называемое комплексное модифицирование, должно усиливать эффективность модифицирования [7]. Однако применительно к стали комплексное модифицирование не нашло широкого применения. Кроме того, остается открытым вопрос о влиянии количества карбидообразующих и поверхностно-активных элементов в составе модификатора на его эффективность.

Известен комплексный модификатор, содержащий, мас. %: углерод 0,3-0,5; кремний 5,0-10,0; марганец 15,0-20,0; никель 5,0-10,0; азот 0,1-0,2; хром 40,0-50,0; ниобий 3,0-5,0; молибден 3,0-5,0; медь 3,0-5,0; магний 0,5-1,5; железо - остальное [8].

ВУ 15497 С1 2012.02.28

Недостатком данного модификатора является то, что он позволяет улучшить качество стали только за счет повышения ее механических свойств. При этом не решается проблема ликвидации транскристаллизации в отливках и слитках.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности является модификатор для стали [9], имеющий следующий компонентный состав (мас. %):

кремний	1,0-9,0
марганец	0,5-2,0
алюминий	2,0-5,0
углерод	2,5-4,5
бор	0,2-0,7
молибден	0,1-0,4
титан	3,0-18,0
железо	остальное.

Прототип обладает следующими недостатками:

1. Высокое содержание кремния и марганца влияет на химический состав стали при ее выплавке, что при использовании модифицирования нежелательно.

2. Высокая температура плавления ухудшает усвоение модификатора расплавом, затрудняет разливку стали и не позволяет использовать данный модификатор, например, при ковшевом модифицировании.

3. Низкая плотность модификатора из-за присутствия в его составе кремния отрицательно влияет на его усвоение расплавом.

4. Повышенное содержание углерода, особенно в присутствии бора и титана, способствует развитию хрупкости в литой стали в результате образования борсодержащей эвтектики.

Задача, решаемая изобретением, заключается в расширении технологических возможностей модификатора, повышении эффективности модифицирования расплава за счет введения дополнительного поверхностно-активного элемента, приводящего к уменьшению транскристаллизации и измельчению зерна.

Поставленная задача достигается тем, что модификатор для стали, содержащий алюминий, титан, бор, молибден и железо, дополнительно содержит висмут при следующем соотношении компонентов, мас. %:

алюминий	9,50-10,50
титан	2,45-2,65
бор	0,76-2,52
молибден	1,50-4,57
висмут	1,95-5,80
железо	остальное.

Отличительной особенностью предлагаемого модификатора является то, что предложенное соотношение содержания бора, молибдена и висмута обеспечивает комплексное влияние на формирование макро- и микроструктуры литой стали. При этом повышается эффективность модифицирования за счет введения дополнительного поверхностно-активного элемента. Увеличение либо уменьшение количества вводимых элементов приводит к снижению модифицирующего эффекта, не устраняет транскристаллизацию и не измельчает зерно.

Для проверки эффективности предлагаемого модификатора его вводили в расплав стали, из которой отливали слитки и исследовали их макро- и микроструктуру. Одновременно были изготовлены слитки из стали, модифицированной добавкой, выбранной в качестве прототипа.

Эксперименты проводили на стали, содержащей (% по массе): 0,25 % углерод, 0,4 % кремний, 0,55 % марганец, 0,27 % хром. Плавку осуществляли в печи ИСТ 0,4 с кислой футеровкой по стандартной методике.

ВУ 15497 С1 2012.02.28

В качестве модификатора, который вводили под струю при заполнении ковша, использовали модификатор, выбранный в качестве прототипа, и смесь, содержащую химически активные компоненты алюминий, титан, карбидообразующие бор, молибден, железо и поверхностно-активный Вi.

Металл заливали в кокиль, окрашенный дистенсилиманитовой краской с толщиной слоя около 0,5 мм. Толщина стенок кокиля - 25 мм, высота - 125 мм, внутренняя полость 50×50 мм. Сверху на кокиль устанавливали чашу из стержневой смеси, объем которой равен объему внутренней полости кокиля.

Полученные стальные слитки разрезали на половине высоты и после глубокого травления в смеси кислот исследовали их макроструктуру, измеряли соотношение площади поверхности, занятой зоной столбчатых (транскристаллитных) и равноосных кристаллов.

Для изучения микроструктуры на половине высоты вырезали образцы размерами 10×15 мм и длиной 25 мм и определяли номер зерна в зонах столбчатых (транскристаллитных) и равноосных кристаллов.

Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Компонентный состав предлагаемого модификатора

№ опыта	Компоненты модификатора, мас. %					
	Al	Ti	B	Mo	Bi	Fe
1	10,50	2,45	0,76	3,00	3,90	79,39
2	10,00	2,55	1,52	3,00	3,90	79,03
3	10,00	2,55	1,52	1,50	1,95	82,48
4	9,50	2,65	2,52	3,00	3,90	78,43
5	10,00	2,55	1,52	4,57	5,80	75,38

Таблица 2

Макро- и микроструктурные показатели стали, модифицированной предлагаемым модификатором и модификатором, выбранным в качестве прототипа

№ опыта	Площадь зоны столбчатых (транскристаллитных) кристаллов, %	№ зерна зоны столбчатых (транскристаллитных) кристаллов, ед.	№ зерна зоны равноосных кристаллов, ед.
1	77,9	3	4-5
2	16,3	4	5-6
3	0	4	4-6
4	73,9	2	3-4
5	83,9	3	4-5
Прототип	89,1	1	2-3

Из анализа результатов, приведенных в табл. 1 и 2, следует, что предлагаемый состав модификатора является наиболее эффективным, так как позволяет получить литую сталь с наилучшим сочетанием макро- и микроструктурных показателей, при этом состав модификатора выбирается в зависимости от приоритета уменьшения транскристаллизации или измельчения зерна.

Источники информации:

1. Андреев И.Д., Афонаскин А.В., Бажова Г.Ю., Дородный В.Д. Влияние технологических параметров модифицирования комплексными модификаторами на свойства отливок. // Литейное производство. - № 6. - 2002. - С. 13-15.

BY 15497 C1 2012.02.28

2. Муб Л.Г., Макаров В.В., Лялин О.П., Усманов Р.Г. Десульфурация стали 25л с помощью комплексных модификаторов с РЗМ // Литейное производство. - № 3. - 2003. - С. 31-32.

3. Горелов В.Г., Романенко Д.Г., Демидова Е.И. Макролегирование кислой стали с использованием ванадийсодержащих отходов // Литейное производство. - № 2. - 2002. - С. 9.

4. Бор, кальций, ниобий и цирконий в чугунах и сталях / Под ред. С.М.Винарова. - М.: Металлургия, 1961. - 458 с.

4. Еремин Е.Н. Закономерности комплексного модифицирования литого электрошлакового металла // Анализ и синтез механических систем. - Омск: Из-во ОмГТУ, 1998. - С. 131-134.

5. Комшуков В.П., Фойгт Д.Б., Черепанов А.Н., Амелин А.В. Модифицирование непрерывнолитой стали нанопорошками тугоплавких соединений // Сталь. - № 4. - 2009. - С. 65-68.

6. Давыдов И.В. Технология наномодифицирования доменных и ваграночных чугунов // Заготовительное производство. - 2005. - № 2. - С. 3-9.

7. Щепочкина Ю.А. Комплексный модификатор для стали: Патент RU 2319775, МПК С 22С 35/00, опубл. 2008.03.20.

8. Затуловский С.М., Песковский С.М., Сагура А.Н., Касьянов И.М., Бойченко И.К. Модификатор для стали: А.с. СССР 1216235, МПК С 22С 35/00.