

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **13781**

(13) **С1**

(46) **2010.12.30**

(51) МПК (2009)

С 22В 9/00

(54) **ТАБЛЕТИРОВАННЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ РАФИНИРОВАНИЯ
АЛЮМИНИЯ ИЛИ ЕГО СПЛАВОВ**

(21) Номер заявки: а 20090536

(22) 2009.04.15

(43) 2010.12.30

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

(72) Авторы: Задруцкий Сергей Петрович; Немененок Болеслав Мечеславович; Розум Владимир Александрович; Бежок Александр Павлович; Михальцов Александр Миронович (ВУ)

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

(56) ВУ 4022 С1, 2001.

SU 1752807 А1, 1992.

ФОМИН Б.А. и др. Металлургия вторичного алюминия. - М.: Экомет, 2004. - С. 149-151, 162.

RU 2086689 С1, 1997.

RU 2263720 С2, 2005.

US 3865583, 1975.

JP 2007154268 А, 2007.

(57)

Таблетированный препарат для рафинирования алюминия или его сплавов, содержащий серу, **отличающийся** тем, что дополнительно содержит натрия гексафторалюминат при следующем соотношении компонентов, мас. %:

сера	25-85
натрия гексафторалюминат	остальное.

Изобретение относится к литейному и металлургическому производствам и может быть использовано для рафинирования алюминия и сплавов на его основе с целью устранения в литых заготовках и готовых изделиях дефектов, связанных с газовой пористостью и наличием неметаллических включений.

Известен модификатор для алюминиевых сплавов [1], содержащий серу и хлористый калий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

сера	45...55,
хлорид калия	остальное.

Данный состав обеспечивает безопасный ввод серы, улучшает поверхностный контакт взаимодействия серы с расплавом, способствует повышению механических свойств сплава. Однако в результате взаимодействия хлористого калия с расплавом алюминия образуются токсичные хлориды алюминия и калия в паро- и газообразном состоянии, которые ухудшают санитарно-гигиенические условия труда на плавильном участке и оказывают вредное воздействие на организм человека. Кроме того, хлористый калий практически не оказывает рафинирующее действие на расплав алюминия.

Известен дегазатор для легирования алюминиевых сплавов [2], содержащий гексахлорэтан, гранулированный никель и серу при следующем соотношении компонентов, мас. %:

ВУ 13781 С1 2010.12.30

ВУ 13781 С1 2010.12.30

гексахлорэтан	30...40,
гранулированный никель	48...58,
порошкообразная сера	7...17.

Однако использование в качестве одного из компонентов дегазатора гексахлорэтана значительно ухудшает санитарно-гигиенические условия труда плавильщика в результате выделения высокотоксичных хлоридов, образующихся при взаимодействии гексахлорэтана с расплавом алюминия.

Известен флюс для обработки заэвтектических алюминиевых сплавов [3], содержащий серу, окись алюминия, фосфат натрия и гексахлорэтан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

сера	5...15,
окись алюминия	5...15,
фосфат натрия	40...70,
гексахлорэтан	остальное.

При использовании флюса ухудшаются экологические и санитарно-гигиенические условия в результате взаимодействия содержащегося в составе флюса гексахлорэтана с расплавом алюминия.

Известен флюс для обработки заэвтектических алюминиевых сплавов [4], содержащий серу, окись алюминия, хлористый калий и тринатрийфосфат при следующем соотношении компонентов, мас. %:

сера	5...20,
окись алюминия	5...20,
хлористый калий	15...25,
тринатрийфосфат	50...60.

Однако в результате взаимодействия хлористого калия с расплавом алюминия выделяются высокотоксичные хлориды, ухудшающие санитарно-гигиенические условия труда.

Известен модификатор для алюминиевых сплавов [5], содержащий серу, которую вводят в расплав в виде порошка элементарной серы, завернутого в алюминиевую фольгу. Рафинирующее действие серы проявляется не только в образовании сероводорода (химического связывания водорода, растворенного в алюминии), но и в действии по схеме флотационного рафинирования за счет испарения серы.

Недостатком использования чистой порошковой серы в качестве рафинирующего или модифицирующего реагента является ее быстрое испарение, что сопровождается интенсивным бурлением расплава с образованием крупных пузырей рафинирующего газа. Это приводит к снижению эффективности рафинирующей обработки, дополнительному окислению и газонасыщению металла, замешиванию шлака и окисной пленки в расплав. Кроме того, возможны выбросы металла из тигля, что создает опасность травматизма.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к изобретению является дегазатор для алюминия и алюминиевых сплавов [6], содержащий серу и натрий углекислый при следующем соотношении компонентов, мас. %:

сера	25...35,
натрий углекислый	остальное.

Расход дегазатора для алюминия и алюминиевых сплавов составляет 0,06 % к массе обрабатываемого металла.

Рафинирующее действие серы проявляется в связывании растворенного в алюминии водорода в устойчивые газообразные гидриды и рафинировании расплава по флотационной схеме за счет перехода серы при температуре обработки металла из твердого состояния в газообразное, так как температура кипения серы составляет 445 °С. Углекислый натрий замедляет процесс испарения серы и несколько усиливает рафинирующее действие таблетированного дегазатора в результате повышения степени дисперсности рафи-

ВУ 13781 С1 2010.12.30

нирующей газовой фазы и за счет протекания реакций термической диссоциации Na_2CO_3 с образованием углекислого и угарного газов (CO_2 , CO), которые способствуют удалению водорода из расплава.

Недостатками использования указанного материала являются низкая рафинирующая способность натрия углекислого и возможность насыщения расплава натрием, что влечет за собой образование рассредоточенной газоусадочной пористости и не всегда желательное диспергирование включений эвтектического кремния в сплавах систем Al-Si-Mg, Al-Si-Cu.

Задачей изобретения является повышение рафинирующей способности таблетированного препарата для рафинирования алюминия и его сплавов, что обеспечит увеличение технологических и эксплуатационных свойств алюминия и его сплавов (жидкотекучести, формозаполняемости, прочности, пластичности, электропроводности и др.) и минимизацию газоусадочной пористости и неметаллических включений в литых заготовках.

Задача решается следующим образом: таблетированный препарат для рафинирования алюминия и его сплавов, содержащий серу, дополнительно содержит натрия гексафторалюминат при следующем соотношении компонентов, мас. %:

сера	25...85,
натрия гексафторалюминат	остальное.

Сера - рафинирующий компонент таблетированного рафинирующего препарата, активно связывает растворенный в расплаве водород в устойчивые газообразные химические соединения и выводит его из расплава. Кроме того, сера, испаряясь, при взаимодействии с жидким алюминием, образует пузырьки рафинирующего газа, очищающие металл от газов и неметаллических включений по флотационному механизму рафинирования, за счет чего повышаются механические, электротехнические свойства, плотность отливок, снижается их газосодержание и пористость. Сера дополнительно способствует увеличению жидкотекучести алюминиевых сплавов и повышению формозаполняемости. Кроме того, сера оказывает модифицирующее действие на железосодержащие фазы в алюминиевых сплавах. Нижний предел содержания серы (25 %) в таблетированном рафинирующем препарате установлен исходя из необходимости обеспечения протекания процесса разложения таблетированного препарата при вводе его в расплав на основе алюминия. Содержание серы в таблетированном препарате регламентируется требуемым временем разложения препарата, что определяет длительность процесса рафинирующей обработки расплава и подбирается индивидуально для каждого конкретного производства исходя из действующего технологического процесса. Превышение верхнего предела содержания серы (85 %) приводит к резкой интенсификации барботажа, образованию крупных пузырей рафинирующего газа, что влечет за собой снижение эффективности рафинирующей обработки, дополнительное окисление и газонасыщение металла, замешивание шлака и окисной пленки в расплав, возможность травмоопасных выбросов металла из тигля.

Натрия гексафторалюминат является высокоэффективным рафинирующим реагентом, обеспечивающим удаление из расплавов на основе алюминия газов и неметаллических включений по адсорбционному механизму рафинирования. Натрия гексафторалюминат снижает скорость испарения серы, что делает процесс ее выделения в виде пузырьков рафинирующего газа более безопасным с точки зрения выбросов жидкого металла из ковша при рафинирующей обработке. Снижение скорости испарения серы дополнительно повышает эффективность рафинирования расплава как за счет высокого диспергирования рафинирующей газовой фазы, увеличения времени контакта рафинирующих реагентов с расплавом, так и за счет снижения окисления, газонасыщения, замешивания в металл окисных плен и шлаковых включений в результате излишне интенсивного барботажа. Установленные пределы содержания натрия гексафторалюмината определяются необходимыми пределами содержания серы в рафинирующем таблетированном препарате.

ВУ 13781 С1 2010.12.30

Таким образом, таблетированный препарат для рафинирования алюминия и его сплавов, содержащий в своем составе серу и натрия гексафторалюминат, обеспечивает высокоэффективное рафинирование расплавов на основе алюминия от газов и неметаллических включений как за счет химического связывания водорода в устойчивые гидриды, так и за счет протекания рафинирующих процессов по адсорбционно-флотационному механизму.

Составы таблетированного препарата для рафинирования алюминия и его сплавов приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п.п.	Компоненты	Содержание, мас. %
1	Прототип:	
	сера	35
	натрий углекислый	65
2	сера	20
	натрия гексафторалюминат	80
3	сера	25
	натрия гексафторалюминат	75
4	сера	55
	натрия гексафторалюминат	45
5	сера	85
	натрия гексафторалюминат	15
6	сера	90
	натрия гексафторалюминат	10

Примеры изготовления таблетированного препарата для рафинирования алюминия и его сплавов

Пример № 1.

Исходные порошкообразные составляющие: сера в количестве 50 г и натрия гексафторалюминат в количестве 200 г просушивали при 100 °С в течение 4-х ч, взвешивали и тщательно перемешивали. Полученную смесь прессовали на прессе с удельным давлением 0,67 кг/мм² и получали таблетированный препарат состава 20 % серы и 80 % натрия гексафторалюмината развесом 250 г исходя из массового расхода препарата 0,05 % от массы обрабатываемого расплава. Таблетированный препарат помещали в колокольчик и вводили в расплав алюминия марки А7 при температуре 740-760 °С. Масса обрабатываемого расплава - 500 кг. Время обработки (барботажа) расплава составило 20 мин. После окончания обработки было обнаружено, что таблетированный препарат разложился не полностью. После 15-минутной выдержки рафинированного сплава шлак с зеркала металла удалялся и производилась заливка проб и образцов.

Пример № 2.

Исходные порошкообразные составляющие: сера в количестве 62,5 г и натрия гексафторалюминат в количестве 187,5 г просушивали при 100 °С в течение 4-х ч, взвешивали и тщательно перемешивали. Полученную смесь прессовали на прессе с удельным давлением 0,67 кг/мм² и получали таблетированный препарат состава 25 % серы и 75 % натрия гексафторалюмината развесом 250 г исходя из массового расхода препарата 0,05 % от массы обрабатываемого расплава. Таблетированный препарат помещали в колокольчик и вводили в расплав алюминия марки А7 при температуре 740-760 °С. Масса обрабатываемого расплава - 500 кг. Время обработки (барботажа) расплава составило 15 мин. После окончания обработки было обнаружено, что таблетированный препарат полностью разложился. После 15-минутной выдержки рафинированного сплава шлак с зеркала металла удалялся и производилась заливка проб и образцов.

ВУ 13781 С1 2010.12.30

Пример № 3.

Исходные порошкообразные составляющие: сера в количестве 137,5 г и натрия гексафторалюминат в количестве 112,5 г просушивали при 100 °С в течение 4-х ч, взвешивали и тщательно перемешивали. Полученную смесь прессовали на прессе с удельным давлением 0,67 кг/мм² и получали таблетированный препарат состава 55 % серы и 45 % натрия гексафторалюмината развесом 250 г исходя из массового расхода препарата 0,05 % от массы обрабатываемого расплава. Таблетированный препарат помещали в колокольчик и вводили в расплав алюминия марки А7 при температуре 740-760 °С. Масса обрабатываемого расплава - 500 кг. Время обработки (барботажа) расплава составило 10 мин. После окончания обработки было обнаружено, что таблетированный препарат полностью разложился. После 15-минутной выдержки рафинированного сплава шлак с зеркала металла удалялся и производилась заливка проб и образцов.

Пример № 4.

Исходные порошкообразные составляющие: сера в количестве 212,5 г и натрия гексафторалюминат в количестве 37,5 г просушивали при 100 °С в течение 4-х ч, взвешивали и тщательно перемешивали. Полученную смесь прессовали на прессе с удельным давлением 0,67 кг/мм² и получали таблетированный препарат состава 85 % серы и 15 % натрия гексафторалюмината развесом 250 г исходя из массового расхода препарата 0,05 % от массы обрабатываемого расплава. Таблетированный препарат помещали в колокольчик и вводили в расплав алюминия марки А7 при температуре 740-760 °С. Масса обрабатываемого расплава - 500 кг. Время обработки (барботажа) расплава составило 4 мин. После окончания обработки было обнаружено, что таблетированный препарат полностью разложился. После 15-минутной выдержки рафинированного сплава шлак с зеркала металла удалялся и производилась заливка проб и образцов.

Пример № 5.

Исходные порошкообразные составляющие: сера в количестве 225 г и натрия гексафторалюминат в количестве 25 г просушивали при 100 °С в течение 4-х ч, взвешивали и тщательно перемешивали. Полученную смесь прессовали на прессе с удельным давлением 0,67 кг/мм² и получали таблетированный препарат состава 90 % серы и 10 % натрия гексафторалюмината развесом 250г исходя из массового расхода препарата 0,05 % от массы обрабатываемого расплава. Таблетированный препарат помещали в колокольчик и вводили в расплав алюминия марки А7 при температуре 740-760 °С. Масса обрабатываемого расплава - 500 кг. Барботаж протекал чрезмерно интенсивно с выбросами жидкого металла из печи в процессе рафинирующей обработки. Время обработки (барботажа) расплава составило 1 мин. После окончания обработки было обнаружено, что таблетированный препарат полностью разложился. После 15-минутной выдержки рафинированного сплава шлак с зеркала металла удалялся и производилась заливка проб и образцов.

Результаты испытаний таблетированного препарата для рафинирования алюминия и его сплавов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Состав № п.п.	Механические свойства		Плотность, г/см ³	Удельное электросо- противление, 10 ⁻⁷ Ом*м	Газосодержание сплава, см ³ /100 г Ме	Содержание алюминия в шлаке, %	Технологические свойства	
	Предел прочности при растя- жении, МПа	Относительное удлинение, %					Жидкотекучесть (проба Нехен- дзи-Самарина 750 °С), мм	Формозаполняемость (проба Энглера- Эллерброка при гидр. напоре 500 мм), мм ⁻¹
1 (прото- тип)	79	51	2,695	0,259	0,100	60	450	0,70
2	80	53	2,695	0,258	0,099	40	450	0,70
3	82	54	2,697	0,256	0,097	42	450	0,70
4	84	55	2,698	0,250	0,090	45	455	0,72
5	81	53	2,696	0,257	0,095	49	460	0,75
6	79	51	2,695	0,259	0,100	50	465	0,75

ВУ 13781 С1 2010.12.30

Полученные данные по механическим, технологическим и электротехническим свойствам алюминия, обработанного известным и предлагаемым таблетированным препаратом, свидетельствуют о превосходстве последнего.

Предлагаемый препарат составов 2,6 (за оптимальными пределами содержания ингредиентов) менее эффективен. Использование предлагаемого таблетированного препарата для рафинирования алюминия и его сплавов позволяет на 5-10 % повысить предел прочности при растяжении, на 7-10 % увеличить относительное удлинение при сохранении высоких технологических свойств расплава, повысить плотность алюминия за счет снижения газосодержания металла, уменьшить содержание алюминия в шлаковой фазе, при этом наблюдается также снижение удельного электрического сопротивления, что свидетельствует о высокой эффективности рафинирующей обработки расплава. Следует отметить также, что высокие свойства достигаются при меньшем (на 23 %) расходе предлагаемого таблетированного препарата для рафинирования алюминия и его сплавов по сравнению с прототипом.

Источники информации:

1. А.с. СССР 449957, МПК С 22С 1/02, 1975.
2. Немененок Б.М., Бежок А.П., Мельниченко В.В., Худокормов Д.Н. Особенности модифицирования силуминов стронцийсодержащими лигатурами // Известия вузов. Цветная металлургия. - 1996. - № 6. - С. 15-17.
3. А.с. СССР 530913, МПК С 22В 9/02, 1976.
4. А.с. СССР 1214773, МПК С 22В 9/10, 1986.
5. А.с. СССР 1151580, МПК С 22С 2/06, 1985.
6. Патент РБ 4022, МПК С 22В 21/06, 9/10, 2001.