



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4392387/31-02  
(22) 15.03.88  
(46) 30.08.90. Бюл. № 32  
(71) Днепропетровский металлургический институт  
(72) М.И.Гасик, О.И.Кривенко, В.П.Кандыбка, И.И.Люборец, И.Г.Кучер и А.А.Емельянов  
(53) 669.187.26.046.587 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 398374, кл. В 23 К 35/36, 1972.  
Авторское свидетельство СССР № 810418, кл. В 23 К 35/40, 1978.  
(54) СПОСОБ ВЫПЛАВКИ ФТОРИДНО-ОКСИДНЫХ ФЛЮСОВ  
(57) Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при получении электроплавленных флюсов

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при получении электроплавленных флюсов как электрошлакового, так и сварочного сортамента.

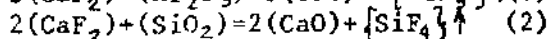
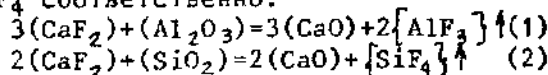
Цель изобретения - снижение потерь фторидных и оксидных компонентов испарением.

Предлагаемый способ выплавки фторидно-оксидных флюсов включает последовательную загрузку в печь шихтовых компонентов на остаточный расплав, расплавление их, доводку расплава до получения заданного флюса, выпуск флюса и его грануляцию, при этом на остаточный расплав загружают оксид кальция в количестве 1-5% от массы шихты и после загрузки оксида

как электрошлакового, так и сварочного сортамента. Целью изобретения является снижение потерь фторидных и оксидных компонентов испарением. Способ выплавки фторидно-оксидных флюсов включает последовательную загрузку в печь шихтовых компонентов на остаточный расплав, расплавление их, доводку расплава до получения заданного флюса, выпуск флюса и его грануляцию, при этом на остаточный расплав загружают оксид кальция в количестве 1-5% от массы шихты и после загрузки оксида кальция производят выдержку в течение 2-5 мин. Использование способа позволяет снизить потери дефицитных и других фтористых соединений и глинозема в 1,5-2 раза. 4 табл.

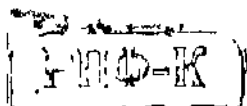
кальция производят выдержку в течение 2-5 мин.

В процессе выплавки флюсов фторид натрия или кальция вступает во взаимодействие с содержащимися в расплаве  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  с образованием  $AlF_3$  или  $SiF_4$  соответственно:



При этом потери массы флюсов испарением составляют до 8%.

Такие плавненные флюсы как АНФ-6 и АНФ-1, получившие широкое применение в электрошлаковой технологии (ЭШТ), содержат в своем составе фтористый кальций в количествах 60-90 мас.%. Для получения этих флюсов используется ограниченное число ших-



товых ингредиентов: для АНФ-1 - флюоритовый концентрат; для АНФ-6 - флюоритовый концентрат и глинозем,

Для уменьшения потери массы флюсов испарением и для выплавки флюсов со стабилизированным содержанием фторидных компонентов и оксидов алюминия и кремния. Необходимо процесс выплавки флюса в электропечи вести таким образом, чтобы стало возможным снижение термодинамической активности  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  во флюсовом расплаве. Как видно из уравнений (1) и (2), оксид кальция снижает термодинамическую активность  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  во флюсовом расплаве.

Экспериментально установлено, что количество вводимого  $CaO$  должно находиться в пределах 1-5 мас.% от массы заварки шихты. Производство флюсов марок АНФ-6 и АНФ-1 ставит своей целью получение двухкомпонентной шлаковой системы  $CaF_2 - Al_2O_3$  и монокомпонентной  $CaF_2$  соответственно. Флюоритовый концентрат должен соответствовать требованиям, представленным в табл.1.

Применяемый глинозем должен соответствовать требованиям, представленным в табл.2.

Химический состав выплавляемых флюсов ЭШП дан в табл.3.

Как видно из приведенных данных табл.3,  $CaO$  не вводится специально в состав шихты для выплавки флюсов, кроме того в составе шихтовых компонентов  $CaO$  содержится в незначительных количествах (см. табл.1 и 2). Однако химическим составом флюсов АНФ-6 и АНФ-1 допускается содержание  $CaO$  менее 8 мас.%. Оксид кальция является примесью в этих флюсах, накопление которого происходит в результате развития процесса фторидообразования по уравнениям (1) и (2). Однако загрузка  $CaO$  в печь в процессе выплавки флюсов, как предусматривается в предположенном изобретении, позволяет иметь в составе флюсов менее допустимого количества примесного компонента  $CaO$ , в результате уменьшения потерь фтора и алюминия с отходящими газами.

Введение в расплав  $CaO$  ограничивается требованиями химического состава флюсов менее 8 мас.%. Поскольку химический состав шихтовых компонентов стабилен, количество вводимого  $CaO$

по предлагаемому способу (1-5 мас.%  $CaO$ ) обеспечивает получение готового флюса заданного состава (см. табл.3).

Термогравиметрическим методом исследована кинетика испарения расплава флюоритового концентрата марки ФФ-92 при плавке флюса АНФ1-2, а также кинетика испарения расплава системы  $CaF_2 + Al_2O_3$ . Установлено, что присадка на зеркало расплава кальцийсодержащего оксидного материала (в данном случае использовали металлургическую известь) в количестве 1-5% от массы заварки шихты снижает скорость испарения флюсового расплава за счет насыщения его поверхностного слоя  $CaO$ . При этом введение на зеркало расплава менее 1%  $CaO$  нерационально, поскольку это не обеспечивает эффективного влияния на подавление процесса фторидообразования. Загрузка кальцийсодержащего материала в количестве более 5% не обеспечивает получения флюса, отвечающего требованиям технических условий по содержанию во флюсе оксида кальция.

Поскольку процесс испарения фторидно-оксидных расплавов происходит с поверхности, то технологически необходимой для растворения  $CaO$  в расплаве, является выдержка расплава в течение 2-5 мин. Тем самым достигается насыщение поверхностного слоя  $CaO$ . При этом выдержка менее 2 мин является недостаточной для осуществления процесса плавления и усреднения состава остаточного расплава. Выдержка более 5 мин является технологически нерациональной, поскольку предлагаемый интервал выдержки полностью обеспечивает плавление и растворение присаживаемого  $CaO$ .

При выплавке фторидно-оксидных флюсов предлагаемым способом снижаются потери фторидных и оксидных компонентов испарением, насыщается поверхностный слой расплава оксидом кальция, растет основность флюсового расплава и снижается термодинамическая активность фторидообразования компонентов  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ .

Пр и м е р. В идентичных лабораторных условиях проводили сопоставительный анализ способов получения фторидно-оксидных флюсов марок АНФ-6 и АНФ-1-2, выплавляемых предлагаемым и известным способами.

Выплавка флюса АНФ-6. В печь на зеркало остаточного расплава выгружали первой порцией известь в количестве 0,1; 1; 3; 5; 5,9 мас.% от общей массы завалки шихты, что составляет 0,01; 0,1; 0,3; 0,5; 0,59 кг. После чего производили выдержку расплава в течение 1; 2; 3,5; 5; 6 мин для каждого опыта соответственно, что необходимо для растворения извести в остаточном расплаве. Затем в печь загружали шихтовые материалы — флюоритовый концентрат 7 кг и глинозем 3 кг (равновеликое количество для всех вариантов). Проводили расплавление и доводку флюса. По окончании производили грануляцию флюсового расплава.

Выплавка флюса АНФ-1-2 включала аналогичные технологические операции с той лишь разницей, что шихта для получения данной марки содержала только флюоритовый концентрат. Примеры испытаний способов представлены в табл. 4.

Необходимо осуществлять последовательную загрузку шихтовых материалов и CaO. Загрузка CaO вместе с шихтой в печь технологически невозможна вследствие конструктивных особенностей, а также является нерациональной, так как обуславливает увеличение тугоплавкости шихты.

Практически в любой период времени в печи присутствует флюсовый расплав либо наведенный новой порцией шихты, либо остаточный после выпуска из печи. В связи с этим после загрузки CaO на остаточный расплав необходимо производить выдержку в течение 2 - 5 мин. Выдержка необходима для растворения CaO в объеме расплава и насыщения поверхностного слоя оксидом кальция, что препятствует развитию процесса фторидообразования.

Результаты химического анализа флюсов на содержание основных компонентов свидетельствуют о том, что хотя их содержание и соответствует требованиям нормативной документации (за исключением варианта № 5), однако характеризуются различными значениями потери массы расплава и скорости испарения. Флюсы, полученные по вариантам 1, имеют наибольшую скорость испарения расплава и, следовательно, характеризуются повышенной потерей массы расплава. Флюсы, полученные по вариантам 5, хотя и отличаются наименьшей потерей массы расплава, однако в своем составе содержат избыточное количество CaO. Флюсы, полученные по известному способу, хотя и содержат количество основных компонентов, отвечающих нормативному, но в отличие от вариантов 2-4 характеризуются повышенными значениями потери массы расплава испарением.

В результате применения предлагаемого способа достигается значительная экономия дорогостоящих и дефицитных материалов — фтористого кальция и глинозема, а также уменьшается введение вредных фтористых соединений в окружающую среду.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ выплавки фторидно-оксидных флюсов, включающий последовательную загрузку в печь шихтовых компонентов на остаточный расплав, расплавление, доводку расплава до получения заданного флюса, выпуск и грануляцию флюса, отличающийся тем, что, с целью снижения потерь фторидных и оксидных компонентов испарением, на остаточный расплав загружают оксид кальция в количестве 1-5% от массы шихты, после чего производят выдержку в течение 2-5 мин.

Т а б л и ц а 1

Марка шихтового шпата	Содержание, мас.%			
	CaF <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	P
ФФ-95а	95	1,5	2,0	0,1
ФФ-95В	95	2,5	3,5	0,1
ФФ-92	92	3,0	3,0	0,1

Т а б л и ц а 2

Марка глинозема	Потери при прокаливании, %	Примесь, %			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> не менее
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	
Г-1	0,9	0,05	0,06	0,5	99
Г-2	0,9	0,08	0,03	0,5	99
Г-3	0,9	0,10	0,05	0,5	99

Т а б л и ц а 3

Марка	Номер ТУ	Содержание компонентов, мас. %						
		CaF <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	FeO н.б.	P н.б.	S н.б.
АНФ-1-2	ТУ4-1-1948-77	н.м. 85,0	н.б. 8,0	н.б. 8,0	н.б. 1,0	0,5	0,02	0,05
АНФ-6	То же	Остаточное	25-31	н.б. 8,0	н.б. 2,5	0,5	0,02	0,05
АНФ-6-1	"	"	23-31	н.б. 8,0	н.б. 2,5	0,5	0,02	0,05

Т а б л и ц а 4

Марка флюса	Вариант	Количество CaO на остаточный расплав от массы загруженной шихты, мас. %	Выдержка после загрузки CaO, мин	Загруженные в печь материалы, кг			Общее количество шихты, кг	Содержание во флюсе компонентов, мас. %				Потери массы расплава на испарении, мас. %	Скорость испарения расплава, кг/м <sup>2</sup> ·с
				Известка	Флюорит	Глинозем		CaF <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>		
АНФ-6	1	0,1	1	0,01	7	3	10,01	66,0	25,6	5,9	2,1	5,21	4,58
	2	1	2	0,1	7	3	10,1	64,9	26,4	6,1	2,2	4,61	3,81
	3	3	3,5	0,3	7	3	10,3	63,7	27,3	6,4	2,2	3,32	3,02
	4	5	5	0,5	7	3	10,5	61,9	27,9	7,5	2,3	2,80	2,45
	5	5,9	6	0,59	7	3	10,59	65,3	28,3	8,4	2,3	2,64	2,01
Известный	6	-	-	-	7	3	10,0	63,0	25,9	6,1	2,2	5,28	4,62
АНФ-1-2	1	0,1	1	0,01	10	-	10,01	91,3	1,9	5,7	0,8	3,49	2,89
	2	1	2	0,1	10	-	10,1	90,15	2,5	6,2	0,85	2,61	2,10
	3	3	3,5	0,3	10	-	10,3	89,3	2,9	6,6	0,9	2,03	1,80
	4	5	5	0,5	10	-	10,5	88,1	3,4	7,3	0,9	1,05	1,10
	5	5,9	6	0,59	10	-	10,59	86,79	3,9	8,1	0,91	0,80	0,90
Известный	6	-	-	-	10	-	10,0	90,2	2,7	5,9	0,9	3,5	2,90

Составитель К.Сорокин

Редактор М.Недолуженко

Техред Л.Сердюкова

Корректор М.Похо

Заказ 2517

Тираж 502

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101