

Изобретение относится к области черной металлургии, в частности, к производству ванадийсодержащих лигатур.

Известен способ выплавки ванадийсодержащих ферросплавов, в котором ванадий восстанавливают алюмо- или силикотермическим способом из чистой пятиокиси ванадия [1].

Недостатком способа является то, что он основан на применении дефицитной и дорогостоящей пятиокиси ванадия.

Существенное снижение себестоимости может быть достигнуто за счет частичной или полной замены дорогостоящей пятиокиси ванадия на более дешевый шлак конвертерного передела ванадиевых чугунов (17-20 % V_2O_5 ; 2,5-3,5% Cr_2O_3 ; 17-20 % SiO_2 ; 17-11 % MnO ; 8-12 % Al_2O_3 ; 6-9 TiO_2 ; 0,26-2,8 % CaO ; 5-8 % MgO ; 0,03-0,07 % P и 40-49 % $Fe_{общ.}$). Этот способ выбран в качестве прототипа и включает загрузку в печь конвертерного шлака, извести, ферросилиция, кокса, плавикового шпата, а также отходов металла [2].

Плавку ведут в трехфазной электропечи мощностью 3,5 МВА при рабочем напряжении 178 В.

Недостатком указанного способа является то, что при использовании ванадиевого шлака из-за низкого содержания пятиокиси ванадия резко возрастает расход шихтовых материалов, а также происходит ухудшение экологии в результате выделения фторидов в атмосферу.

Устранить недостатки способа, взятого в качестве прототипа, можно путем замены конвертерного ванадиевого шлака на более технологичные зольные отходы ГРЭС.

Вместе с тем, зольные отходы ГРЭС с высоким, до 47,3 % содержанием окислов ванадия имеют высокое содержание сернистых соединений 5-23% [3], что при выплавке ванадийсодержащих сплавов с их использованием приведет к загрязнению атмосферы цеха сернистыми соединениями.

В основу изобретения поставлена задача - совершенствовать способ выплавки ванадийсодержащих сплавов путем замены ванадиевого шлака с низким содержанием окислов ванадия на зольные отходы ГРЭС, содержащие большее количество окислов ванадия, и изменение теплового режима плавки, что приведет к снижению расхода шихтовых материалов и затрат на производство, а также к уменьшению вредных выбросов в атмосферу.

Поставленная задача достигается за счет того, что в способе выплавки ванадийсодержащих сплавов, включающем загрузку в печь шихтовых материалов, прогрев и расплавление шихты, восстановление ванадия из его окислов, выпуск готового сплава, в качестве материала, содержащего окислы ванадия, используют зольные отходы ГРЭС, прогрев шихты ведут при мощности печи на 25-50% меньше по сравнению с обычно применяемой для расплавления шихты.

Большая технологичность зольных отходов ГРЭС заключается в более высоком содержании окислов ванадия, наличии разжижающих добавок (окислов калия и натрия) и меньшем содержании балластных примесей (окислов хрома, кремния и марганца).

Повышенное содержание окислов ванадия и меньшее содержание балластных примесей приведет к снижению расхода шихтовых материалов, а наличие разжижающих добавок - к улучшению физико-химических свойств получаемых шлаков, что позволит вывести из состава шихты плавиковый шпат, и тем самым исключить загрязнения атмосферы фтористыми соединениями.

Наличие в зольных отходах ГРЭС сернистых соединений (SO_3) при выплавке ванадийсодержащих лигатур играет двоякую роль. В лабораторных условиях установлено, что их выделение происходит при температуре 950°C, в этот момент зольные отходы ГРЭС становятся рыхлыми и размягчаются, что ускоряет процесс их плавления.

С другой стороны, при расплавлении шихты, которое ведут обычно на максимальной мощности печи, пиковые выделения сернистых соединений приводят к загрязнению атмосферы цеха, так как газоочистные сооружения не обеспечивают полного их удаления.

Для исключения выбросов зернистых соединений в атмосферу цеха необходимо прогрев шихтовых материалов производить при мощности печи на 25-50 % меньше по сравнению с обычно применяемой для расплавления шихты.

В табл. 1 приведены химические составы ванадийсодержащих материалов.

При использовании зольных отходов ГРЭС с низким содержанием сернистых соединений (5 %) рекомендуется прогрев материалов производить при мощности печи на 25 % ниже обычно применяемой для расплавления шихты (снижение мощности меньше чем на 25 % приведет к выбросам сернистых соединений в атмосферу цеха, а снижение мощности больше чем на 25 % приведет к увеличению длительности плавки).

При использовании зольных отходов ГРЭС с высоким содержанием сернистых соединений (23 %) рекомендуется прогрев материалов производить при мощности печи на 50 % ниже обычно применяемой для расплавления шихты (снижение мощности более чем на 50 % приведет к увеличению длительности плавки, а снижение мощности менее чем на 50 % - к выбросам сернистых соединений в атмосферу цеха).

Сопоставительный анализ заявляемого решения с прототипом показывает, что вместо конвертерного ванадиевого шлака используют зольные отходы ГРЭС, в которых содержание окислов ванадия достигает 47,3 %, а содержание сернистых соединений колеблется в пределах 5-23 %. В этом случае прогрев шихты ведут при мощности печи на 25-50 % меньше, чем обычно применяемой при расплавлении шихты (мощность - 3,5 МВА).

Причем при использовании зольных отходов с низким содержанием сернистых соединений (5 %) прогрев шихтовых материалов производят при мощности печи 2,625 МВА (на 25 % меньше, чем применяемой для расплавления), а при использовании зольных отходов ГРЭС - с высоким содержанием сернистых соединений (23 %) прогрев шихтовых материалов производят при мощности печи 1,75 МВА (на 50 % меньше, чем применяемой для расплавления).

Основные технико-экономические показатели по известному и заявляемому способам приведены в табл. 2.

Видно, что выплавка силикованадия по заявляемому способу приводит к значительному улучшению технико-экономических показателей - снижению расхода шихтовых материалов в 1,6 раза и затрат на производство лигатуры в 6 раз.

Сквозное извлечение ванадия увеличивается с 94,7 до 99,9%. Этому способствует наличие в зольных отходах ГРЭС окислов натрия и калия, которые существенно улучшают физико-химические свойства образующихся шлаков, в частности, повышают их жидкотекучесть.

Пример использования заявляемого способа.

В дуговую печь (ДС-3) после заправки подины и откосов загружают 100 кг извести, 100 кг ферросилиция, обрезки железа и зольные отходы ГРЭС следующего состава, %: V_2O_5 - 37; SiO_2 - 2,8; CaO - 2,8; MnO - 0,15; Na_2O - 5,4; K_2O - 17; NiO - 10; SO_3 - 14; FeO - 11. Продолжительность завалки - 30-35 мин. Прогрев шихты ведется при тепловой нагрузке на 35 % меньше, чем максимально применяемой при плавлении. Продолжительность прогрева и расплавления - 1,2-1,5 часа.

После расплавления по ходу плавки в печь вводят оставшиеся известь и ферросилиций, а также кокс. Смесь вводят порционно по мере проплавления предыдущей порции.

После прогрева полученного сплава и образования "уваренного" шлака основностью 2-2,5, ванну интенсивно перемешивают и через 10-15 мин выдержки плавку выпускают.

Силикованадий имел следующий состав, %: V - 15; Ni - 5,7; Si - 10; железо - остальное. Сквозное извлечение ванадия - 99,9 %.

Следует отметить, что применение предлагаемого способа позволяет получить в сплаве 5,7 % никеля, который также является дефицитным легирующим элементом. Такой сплав может быть использован при производстве стали 20 ХФНЧ, без применения дорогостоящих ванадий- и никелевых ферросплавов.

Таблица 1

Материал	Содержание элементов, %						
	V_2O_5	Cr_2O_3	SiO_2	CaO	MnO	Al_2O_3	TiO_2
Конвертерный ванадиевый шлак	$\frac{17-20}{19}$	$\frac{2,5-3,5}{3,0}$	$\frac{17-20}{19}$	$\frac{0,25-2,8}{1,0}$	$\frac{7-11}{9}$	$\frac{8-12}{10}$	$\frac{6-9}{7}$
Зольные отходы ГРЭС	$\frac{27,1-47,3}{36,7}$	-	$\frac{1,6-4,0}{2,8}$	$\frac{1,6-4,0}{2,8}$	$\frac{0,01-0,3}{0,15}$	-	-

Продолжение табл. 1

Материал	Содержание элементов, %						
	NiO	Na_2O	K_2O	MgO	P	SO_3	$Fe_{общ}$
Конвертерный ванадиевый шлак	-	-	-	$\frac{5-8}{6}$	$\frac{0,03-0,07}{0,05}$	$\frac{0,01-0,03}{0,02}$	$\frac{3-49}{26}$
Зольные отходы ГРЭС	$\frac{3,6-13,4}{10}$	$\frac{0,8-1,4}{17,3}$	-	-	-	$\frac{5-23}{14}$	$\frac{3-19}{11}$

Примечание. Числитель - минимальное и максимальное значение содержания элементов, знаменатель - среднее

Таблица 2

Спо- соб	Расход на 1 т сплава									Затра- ты, руб/т	Сквоз- ное извле- чение вана- дия, %
	элект- ро- энер- гия, кВт/ч	Шихтовые материалы, кг									
		вана- дие- вый шлак	золь- ные отхо- ды	75% FeSi	из- весть	кокс	обрез- ка желе- за	плав- ков. шпат	всего шихты		
Изве- стный Заяв- ляе- мый		1410	-	425	1430	60	450	60	3775	910	94,7
			730	231	740	60	650	-	2351	126	99,9