

Изобретение относится к литейному производству, а именно к получению легированного фосфором чугуна, предназначенного для изготовления тонкостенного литья.

Известен способ получения фосфористого чугуна путем ввода в шихту вагранки феррофосфора - сплава, содержащего (12 - 30)% фосфора (Мариенбах Л.М. *Металлургические основы ваграночного процесса*. - М.: Машгиз, 1960).

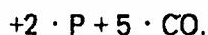
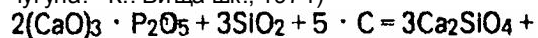
Недостатком этого способа является высокая стоимость феррофосфора, что существенно повышает затраты на производство тонкостенного литья.

Известен способ получения фосфористого чугуна путем ввода ферросодержащих отходов с содержанием фосфора (15 - 50)% в количестве (10 - 50)кг на тонну чугуна на зеркало металла (Авт. св. СССР №1168605, кл. C21C1/08). Этот способ позволяет расширить сырьевую базу получения фосфористого чугуна, т.к. используются отходы, образующиеся при производстве желтого фосфора и фосфорной кислоты.

Недостатками известного способа являются необходимость предварительной подготовки этих отходов, а также наличие в них веществ (Na_2O , K_2O , CaF_2), разъедающих огнеупорную футеровку вагранки и ухудшающих экологию.

Известен наиболее близкий по технической сущности способ выплавки чугуна в вагранке, в котором для легирования чугуна фосфором в шихту вводят апатито-нефелиновую руду, содержащую в %: пятиокись фосфора (P_2O_5) - 28 - 32; кремнезем (SiO_2) - (8 - 15); окись кальция (CaO) - 35 - 42; окись железа (Fe_2O_3) - 2,5 - 4,5; окись алюминия (Al_2O_3) - 5 - 10; окись титана (TiO_2) - 0,3 - 0,5 (Мариенбах Л.М. *Металлургические основы ваграночного процесса*. - М.: Машгиз, 1960).

Принимаем этот способ в качестве прототипа. Известно, что восстановление фосфора из фосфоритов, в частности из апатито-нефелиновых руд, начинается при температуре (1000 - 1100)°С, причем восстановителями могут быть углерод и оксид углерода, по формуле (Ефименко Г.Г., Гимельфарб А.А., Левченко В.Е. *Металлургия чугуна*. - К.: Вища шк., 1974)



Как видно из уравнения наличие в левой части уравнения кремнезема указывает на то, что реакция восстановления фосфора идет хорошо при кислых шлаках и наоборот, основные шлаки препятствуют развитию реакции восстановления фосфора.

Кроме того, основные шлаки обладают высокой вязкостью, трудно удаляются из вагранки, затрудняют переход фосфора из шлака в чугун.

Так как отношение SiO_2/CaO в апатито-нефелиновой руде составляет 0,2 - 0,4 при его вводе в шихту ваграночной плавки основность печного шлака увеличивается, что отрицательно влияет на процесс. По этой причине удельный расход апатито-нефелиновой руды при выплавке фосфористого чугуна в вагранке ограничен и не может превышать в шихте (4 - 5)% от массы металлозавалки. В противном случае резко ухудшаются показатели процесса, требуется принятие специальных мер для разжижения

шлака. Одновременно усвоение фосфора чугуном снижается до (40 - 50)%.

Это ограничение не позволяет выплавлять в вагранке чугун с содержанием фосфора более 0,5%, что является существенным недостатком известного способа.

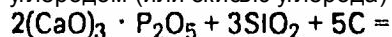
Достигается массовая доля фосфора в чугуне - 0,5% при реализации известного способа, не достаточна для отливки целого ряда тонкостенных отливок. Например, для литья отопительных радиаторов содержание фосфора в чугуне должно быть (0,7 - 1,0)%, для труб напорных канализационных (0,6 - 0,9)% (Чугунные канализационные трубы и фасонные части без раструба DIN 19522. Трубы чугунные напорные ГОСТ 9583 - 75).

В основу изобретения поставлена задача совершенствования способа выплавки фосфористого чугуна в вагранке путем использования для легирования фосфорсодержащей добавки, позволяющей повысить массовую долю фосфора в чугуне до (0,55 - 1,2)%, без ухудшения технологических параметров плавки улучшить качество отливок.

Согласно изобретению в способу получения в вагранке чугуна с повышенным содержанием фосфора, включающем ввод в шихту фосфорсодержащей добавки, в качестве фосфорсодержащей добавки используют фосфорит с содержанием пятиокиси фосфора (15 - 35)% при отношении кремнезема к окиси кальция 1,3 - 2,5 в количестве (30 - 170)кг на тонну металлозавалки.

Для реализации предлагаемого способа могут быть использованы природные фосфориты, например, Ратниковского месторождения следующего состава, %: SiO_2 - 40 - 60; CaO - 16 - 30; P_2O_5 - 12 - 35; FeO - 0,5 - 1,5; Fe_2O_3 - 0,2 - 2,0; TiO_2 - 0,1 - 0,2; MgO - 0,4 - 1,0; влага - 0,2 - 0,5.

Сущность изобретения заключается в следующем. Процесс насыщения чугуна фосфором в вагранке происходит в две стадии. Первая стадия - плавление фосфорита, протекание реакции замещения пятиокиси кремнеземом, и вторая стадия - восстановление пятиокиси фосфора углеродом (или окисью углерода)



Отношение массовой доли кремнезема к окиси кальция в фосфорите составляет 1,3 - 3,7 (против 0,2 - 0,4 в апатито-нефелиновой руде). Это обеспечивает полное протекание первой стадии - реакции замещения пятиокиси фосфора кремнеземом. Вторая стадия - восстановление фосфора углеродом в условиях избытка углерода протекает полно без затруднений. В результате при использовании фосфорита достигается высокая степень усвоения фосфора металлом.

Даже при минимальном отношении массовой доли кремнезема к окиси кальция 1,3 ввод любого количества фосфорита в шихту ваграночной плавки не может привести к повышению основности шлака и увеличению его вязкости, т.к. такое соотношение кремнезема и окиси кальция соответствует реальным ваграночным шлакам.

Это является важным преимуществом предлагаемого способа, т.к. позволяет выплавлять в вагранке чугун с более высоким, по сравнению с известным способом содержанием фосфора - до

(0,55 - 1,2)%.

Причинно-следственная связь между совокупностью существенных признаков и техническим результатом заключается в том, что только с использованием всех признаков в заявляемом интервале значений позволяет получить в вагранке чугун с содержанием фосфора от 0,55 до 1,2% и использовать его для отливки тонкостенного литья, что подтверждает приведенные ниже исследования.

Для отработки оптимальных параметров способа проведены исследования при выплавке фосфористого чугуна в вагранке при вводе в шихту вагранки фосфорита в количестве (25 - 180)кг/т чугуна, содержащего (13 - 35)% P_2O_5 , при отношении SiO_2/CaO в фосфорите в пределах 1,2 - 2,7. Фосфористый чугун использовали для отливки труб.

Полученные экспериментальные данные приведены в таблице.

Как следует из приведенных в таблице данных наибольший положительный эффект (максимальная степень усвоения фосфора чугуном, минимальная величина брака труб) обеспечивается только при реализации способа в пределах параметров заявляемого изобретения (опыты 1 - 8). При содержании P_2O_5 в фосфорите ниже 15% расход фосфорита для легирования чугуна возрастает, это приводит к увеличению количества печного шлака и заметно снижает производительность вагранки.

Содержание P_2O_5 равное 35% является верхним возможным пределом содержания P_2O_5 в фосфоритах.

Содержание P_2O_5 в фосфорите в пределах 15 - 35% обеспечивает возможность пол*учения в вагранке чугуна с требуемым уровнем легирования его фосфором при сравнительно небольших расходах фосфорита.

При удельном расходе фосфорита для легирования меньше 30кг/т чугуна не обеспечивается требуемый уровень содержания фосфора в чугуне в пределах 0,55 - 1,2%.

Расход фосфорита более 170кг/т чугуна нецелесообразен, т.к. степень усвоения фосфора снижается (опыт 11 и 13), увеличивается количество шлака в вагранке, что сопровождается ухудшением технологических показателей процесса.

Использование фосфорита, в котором отношение массовой доли кремнезема к окиси кальция меньше 1,3, приводит к повышению основности и увеличению вязкости ваграночного шлака. Это приводит к существенному снижению степени усвоения фосфора (опыт 12, 13) и нарушает ход ваграночной плавки.

Использование фосфорита, в котором отношение кремнезема к окиси кальция больше 2,5, нецелесообразно, т.к. в этом случае не достигается дополнительный положительный эффект, и показатели ваграночной плавки ухудшаются из-за формирования кислого шлака, не соответствующего по составу оптимальному ваграночному шлаку. Для исправления такого шлака требуется дополнительный ввод известняка. При этом ухудшается качество чугуна, что приводит к росту брака (опыт 14, 15).

Реализация предлагаемого способа получения чугуна в вагранке обеспечивает возможность производства в промышленных масштабах чугуна

с содержанием фосфора до 1,0 - 1,2% для отливки качественных труб и деталей ответственного назначения, при этом достигается значительный народнохозяйственный эффект.

Условный номер опыта	Содержание P_2O_5 в фосфорите, %	Содержание SiO_2/CaO в фосфорите	Расход фосфорита кг/т чугуна	Содержание фосфора в чугуне, %
1	15	1,3	170	0,9
2	25	2,0	120	1,1
3	35	2,5	30	0,4
4	20	2,0	100	0,7
5	35	2,5	80	1,0
6	25	2,0	120	1,1
7	20	1,3	120	0,8
8	15	1,7	95	0,5
9	13	1,2	25	0,1

10	13	2,0	80	0,3
11	20	2,0	180	1,1
12	13	1,2	100	0,4
13	35	1,2	180	1,7
14	30	2,7	100	1,0
15	20	2,7	120	0,7