

Изобретение относится к области черной металлургии, в частности, к производству качественных сталей.

Известен способ производства конструкционной низколегированной стали, включающий рафинирование металла, предварительное его раскисление в сталеплавильном агрегате, последующего после выпуска раскисления и легирования марганцем, алюминием и ферротитаном в ковше, отличающийся тем, что предварительное раскисление осуществляют силикомарганцем в количестве 3 - 4 кг/т стали, а остальной силикомарганец вводят в ковш (Авт. св. СССР №852942).

Недостатком способа является то, что присадка в печь силикомарганца сопровождается непроизводительным угаром дорогостоящих элементов. Например, угар марганца в печи достигает 60%.

Наиболее близким по сути и достигаемому эффекту является способ раскисления низколегированной стали, заключающийся в присадке чугуна в металл в печи и последующем раскислении в ковше и изложницах кремний-марганецсодержащими и алюминием (Авт. св. СССР №421717).

Недостатком известного способа является то, что в результате повышенного расхода алюминия для раскисления стали в ковше и его большого угара происходит загрязнение металла неметаллическими включениями и снижается выход годного.

Кроме того, повышенный расход дорогостоящего алюминия приводит к увеличению затрат на производство.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа раскисления низкоуглеродистой и низколегированной стали путем предварительного раскисления стали а сталеплавильном агрегате чугуном или ферросилицием с повышенной до 10 - 15% массовой долей кремния и окончательном раскислении в ее ковше пониженным массовым расходом алюминия, что приведет к повышению чистоты стали по неметаллическим включениям, увеличению выхода годного и снижению затрат на производство.

Решение поставленной задачи достигается за счет того, что в способе раскисления стали, включающем предварительное раскисление металла в сталеплавильном агрегате и последующем раскислении металла в ковше кремний-марганецсодержащими сплавами и алюминием, предварительное раскисление металла производят чугуном или ферросилицием с массовой долей кремния 10 - 15% в количестве (кг/т стали), определяемом из соотношения  $P = 8,5 - 50(\% \text{ C})$  с последующим перемешиванием ванны в течение 0,2 - 1 мин, а окончательное раскисление производят в ковше алюминием в количестве (кг/т стали), определяемом из соотношения  $L = 2,043 - 7,8(\% \text{ C})$  для низколегированных сталей и  $L = 1,764 - 7,7(\% \text{ C})$  для низколегированных сталей.

Сущность способа заключается в том, что кремний является более дешевым и кислородоемким элементом. Например, на окисление 1 кг кремния расходуется 1,14 кг кислорода, в то время, как на окисление 1 кг алюминия расходуется 0,73 кг кислорода.

Кроме того, при раскислении металла кремнием в ковше 20 - 30%  $\text{SiO}_2$  (полученной при окислении кремния по реакции  $\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$ ) восстанавливается при последующем раскислении стали алюминием по реакции  $\text{SiO}_2 + 2\text{Al} = \text{Si} + \text{Al}_2\text{O}_3$ .

Присадка в сталеплавильный агрегат чугуна с массовой долей кремния 10 - 15% (плотностью до  $7,6 \text{ кг/м}^3$ ) позволяет заглубить его в металл и тем самым использовать кремний для снижения окисленности металла (содержание кислорода в металле уменьшается до 0,03%).

Повышению эффекта по снижению кислорода в металле способствует использование приема предварительного перемешивания расплава в течение 0,2 - 1 мин после присадки в сталеплавильную ванну чугуна.

При времени перемешивания менее 0,2 мин не достигается требуемый эффект по снижению кислорода, а увеличение времени перемешивания более 1 мин приводит к увеличению длительности плавки без повышения эффекта по снижению концентрации кислорода.

Предлагаемые технологические приемы позволяют снизить удельный массовый расход алюминия для окончательного раскисления металла в ковше пропорционально снижению массовой доли кислорода в металле перед выходом плавки за счет предварительного раскисления металла в сталеплавильном агрегате, а также исключения окисления алюминия в ковше по реакции  $\text{SiO}_2 + 2\text{Al} = \text{Si} + \text{Al}_2\text{O}_3$  за счет отсечки печного шлака при выпуске плавки в ковш.

Кроме того, достижению положительного эффекта способствует снижение температуры металла в результате уменьшения расхода чугуна.

Технический результат, достигнутый в заявляемом способе и прототипе, приведен в таблице.

Видно, что производство стали по заявляемому способу приводит к уменьшению ее загрязненности неметаллическими включениями на (50 - 100)%, увеличению выхода годного на 0,6%.

Пример осуществления заявляемого способа.

Выплавку стали производят в конвертере емкостью 350 т. За 5 - 7 мин до выпуска плавки при углероде в пробе на повалке 0,05% в конвертер присаживают 6 кг/т чугуна с массовой долей кремния 10 - 15%, производят предварительное перемешивание ванны в течение 0,2 - 1 мин путем подачи в фурму азота или покачиванием конвертера на угол (8 - 10)° два-три раза, и после замера температуры металла плавку выпускают в ковш.

При наполнении ковша с 0,2 до 0,5 его высоты в металл присаживают кремний/марганецсодержащие ферросплавы, выдерживают металл без присадок 1 - 2 мин, и при наполнении ковша металлом на 0,6 его высоты присаживают алюминий для низколегированной стали в количестве 1,4 кг/т.

Таблица

Показатели	Единица измерения	Вариант технологии	
		прототип	заявляемый
Удельный массовый расход	кг/т		
– чугуна на предварительное раскисление стали в сталеплавильном агрегате		12	6,2
– алюминием для окончательного раскиснения стали в ковше		2,7	1,7
– кремний-марганецсодержащих ферросплавов для раскисления и легирования стали в ковше			
ферросилиций ФС65		4,5	4,3
ферромарганец ФМ72	бал	10,0	9,8
Содержание неметаллических включений:			
– силикаты хрупкие		4,0	2,0
– оксиды строчечные		1,5	0
Выход годных слабов	%	87,0	87,6
Изменение себестоимости стали	тыс. крб.	+14,3	-18,1