



УКРАЇНА

(19) UA (11) 6796 (13) C1

(51) C 21 C 5/04, 5/28

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА НАПІВСПОКІЙНОЇ СТАЛІ

1

(21) 94061678

(22) 29.06.94

(46) 29.12.94. Бюл. № 8-І

(56) 1.Шнееров П.А., Вихлевщук В.А. Полуспокойная сталь. М., Металлургия, 1973, с. 368.

2. Авторское свидетельство СССР № 579314, кл. С 21 С 5/04, 1975 (прототип).

(71) Криворізький державний металургійний комбінат "Криворіжсталь"

(72) Вихлевщук Валерій Антонович, Тільга Степан Сергійович, Макаров Григорій Арестович, Нечепоренко Володимир Андрійович, Омесь Микола Михайлович, Поляков Валерій Олександрович, Кузьмичов Михайло Васильович, Любимов Іван Михайлович, Кекух Анатолій Володимирович

(73) Криворізький державний металургійний комбінат "Криворіжсталь", UA

2

(57) Способ производства полуспокойной стали, включающий ее выплавку, раскисление ферромарганцем и микролегирование полупродукта путем ввода ферросплавов в ковш во время его заполнения жидким металлом, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что присадку ферромарганца и микролегирующих ферросплавов осуществляют совместно в зону входа струи из агрегата в ковшевую ванну при заполнении ковша металлом от 1/5 до 2/5 его высоты порциями по 20–50% от общей массы ферросплавов с интервалом 10–30 с между присадками порций, при этом в качестве микролегирующих ферросплавов используют ферротитан или ферробор фракцией кусков соответственно 5–70 и 5–30 мм с массовым соотношением ферромарганца к ним как 1:(0,01–0,10):(0,002–0,02).

Изобретение относится к металлургии железа и направлено на совершенствование производства полуспокойной стали с выплавкой ее в металлургическом агрегате и раскислением и микролегированием ее полупродукта в ковше, предназначенной, например, для арматуры железобетонных конструкций.

Известен способ производства полуспокойной стали, включающий ее выплавку в сталеплавильном агрегате и раскисление в ковше углеродистым ферромарганцем, 45% ферросилицием, алюминием и другими материалами с последовательным вводом в металл элементов в порядке возрастания их раскислительной способности (Я.А.Шнееров, В.А.Вихлевщук. Полуспокойная сталь. М., Металлургия, 1973, с. 368).

Использование этого способа не обеспечивает стабильности раскисленности металла от плавки к плавке, в результате чего в производственной практике металлургических предприятий наблюдается повышенная головная обрезь раскатов слитков по усадочным порокам на перераскисленных плавках, либо по поверхностным дефектам – на недораскисленных.

Наиболее близким к заявляемому решению является способ производства полуспокойной стали, включающий ее выплавку в сталеплавильном агрегате, раскисление марганцем и кремнием и микролегирование полупродукта путем ввода ферросплавов в ковш во время его заполнения жидким металлом (Авторское свидетельство СССР № 579314, кл. С 21 С 5/04, 1975). При этом в

(19) UA (11) 6796 (13) C1

качестве ферросплавов используют углеродистый ферромарганец и комплексный микролегирующий ферросплав железа с кремнием, марганцем и кальцием (КГМК), которые загружают в ковш одновременно при заполнении его металлом на $1/3-1/2$ высоты со скоростью 2–10 т/мин. Этот способ содействует стабилизации раскисленности металла от плавки к плавке.

Однако описанный способ, хотя и предусматривает одновременный ввод в ковш ферромарганца и комплексного микролегирующего ферросплава, не обеспечивает попадания их добавок в один и тот же локальный участок ковшевой ванны. В результате куски углеродистого ферромарганца и микролегирующего ферросплава плавятся отдельно, а кремний и кальций микролегирующего ферросплава не защищают марганец углеродистого ферромарганца от окисления, происходящего в результате его взаимодействия с окисляющими средами. Таким образом, известный способ при производстве низколегированной полуспокойной стали, влечет повышенный расход марганца, входящего в состав ферромарганца, и высокие потери кальция, содержащегося в дорогостоящем энергоемком (1400–1700 кВт · ч/т) комплексном ферросплаве.

В связи с этим, задачей настоящего изобретения является разработка способа производства полуспокойной стали, при котором обеспечивается взаимная защита марганца ферромарганца и микролегирующих элементов микролегирующих ферросплавов от окисления, соответственно уменьшается расход марганца и микролегирующих элементов при сохранении уровня прочностных свойств металлопродукции.

Согласно изобретению, поставленная задача решается тем, что в способе производства полуспокойной стали, включающем ее выплавку в сталеплавильном агрегате, раскисление и микролегирование полупродукта путем ввода ферросплавов в ковш во время его заполнения жидким металлом, ввод (присадку) ферромарганца и микролегирующих ферросплавов осуществляют совместно в зону входа струи металла из агрегата в ковшевую ванну при заполнении ковша металлом от $1/5$ до $2/5$ его высоты порциями по 20% – 50% от общей массы ферросплавов с интервалом 10–30 секунд между присадками порций, при этом в качестве микролегирующих ферросплавов используют ферротитан или ферробор фракцией кусков соответственно 5–70 и 5–30 мм с массовым соотношением ферромарганца к ним как $1:(0,01-0,10):(0,002-0,02)$.

Допускается отдельный или комплексный ввод ферротитана и ферробора для микролегирования стали.

Существенным отличием данного способа от известного является то, что ввод в металл ферромарганца и микролегирующих ферросплавов осуществляют не только одновременно, но и, что главное, совместно, при этом – в зону входа струи металла из агрегата в ковшевую ванну. Это обеспечивает попадание всех ферросплавов в один и тот же участок ковшевой ванны, в результате чего куски ферромарганца и микролегирующего ферросплава плавятся одновременно и вместе, при максимальной энергии перемешивания, ускоряющей плавление и усреднение добавок в стали, и взаимной защите элементов от окислительного воздействия металла, шлака и атмосферы.

Вместо дорогостоящего микролегирующего ферросплава КМК в способе используют ферросплавы, содержащие титан и (или) бор, то есть, по крайней мере, один из доступных в металлургической практике элементов, обладающих невысокой раскисляющей способностью, но значительным упрочняющим эффектом, что согласно задаче изобретения важно для сохранения прочностных свойств металлопродукции при сокращении расхода ферромарганца, а кроме того, ферробор и ферротитан обеспечивают не только микролегирующий, но и раскисляющий эффект в стали.

Исследованиями установлено, что при совместной присадке ферромарганца и микролегирующих ферросплавов (ферробора и ферротитана) до заполнения ковша на $1/5$ его высоты глубина металлической ванны оказывается недостаточной для интенсивного плавления и усвоения твердых микролегирующих присадок, а присадка ферросплавов при наполнении ковша более чем на $2/5$ его высоты не обеспечивает надлежащего усреднения микродобавок в стали в процессе быстротечного (3–7 мин) выпуска плавки из конвертера в ковш.

Совместная присадка ферромарганца и микролегирующих ферросплавов в зону входа струи металла из агрегата в ковшевую ванну, как существенный признак обусловлен тем, что, как показала опытно-промышленная отработка способа, отклонение места присадки более чем на 3 радиуса струи металла от оси ковша приводит к концентрации кусков ферросплавов в застойных зонах ковшевой ванны, что влечет за собой неполное расплавление твердых частиц ферросплавов и механические потери ферромарганца и микролегирующих эле-

ментов, т.е. не обеспечивает в полном объеме решение поставленной задачи.

Прерывистый, по 20–50% от общей массы, ввод ферросплавов в жидкий металл обусловлен тем, чтобы обеспечить форсированный режим их расплавления и усвоения без создания локальных участков металла с пониженной температурой и заокислением присадок (образованием конгломератов). При этом в случае присадки ферросплавов по 20% от общей массы и фракцией кусков 5 мм их вводят через 10 с, а если присадку ведут дозами по 50% от общей массы, а фракции ферромарганца, ферротитана и ферробора составляют 70, 30 и 30 мм соответственно, интервал между присадками выдерживают равном 30 с.

Совместные присадки ферромарганца и микролегирующих ферросплавов – ферротитана и ферробора в приведенных соотношениях 1:(0,01–0,10):(0,002–0,02) обеспечивают раскисление металла с образованием комплексных жидких ненасыщенных продуктов раскисления систем FeO-MnO-TiO_2 , $\text{FeO-MnO-B}_2\text{O}_3$, $\text{FeO-MnO-TiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$, при которых стабильно достигается требуемое содержание кислорода в полуспокойной стали при минимальном содержании элементов-раскислителей. При этом значение массовой доли ферротитана (0,01%) и ферробора (0,002%), по их нижнему заявляемому пределу, в общей массе присадок ферромарганца и микролегирующего ферросплава используется в случае применения ферросплавов с максимальным содержанием в них титана (70%), бора (30%) и минимальным содержанием марганца (70%), а значение массовой доли ферротитана и ферробора по их верхнему пределу в общей массе присадок – 0,10 и 0,02 соответственно – ферросплавов с минимальным содержанием титана (20%), бора (5%) и максимальным содержанием марганца (90%).

Таким образом, использование настоящего способа обеспечивает защиту марганца ферромарганца, а также титана и бора микролегирующих ферросплавов от окисления, соответственно экономит как марганец, так и элементы микролегирующих ферросплавов при сохранении прочностных свойств металлопродукции из полученной таким образом стали.

По данному способу, описываемому ниже, проведена серия опытно-промышленных плавов.

В конвертерах емкостью 50–160 т выплавляли низколегированную полуспокойную сталь следующего химического состава, % по массе: углерод 0,28–0,37, марганец 0,80–1,20, кремний 0,01–0,10, мышьяк

0,001–0,005, сера 0,025–0,045, фосфор 0,035–0,045, железо – остальное.

Было проведено 60 плавов, из которых 30 сравнительных по прототипу и 30 – обработанных по предлагаемому способу.

Процесс собственно плавки в конвертерах вели в обоих случаях по известной технологии с продувкой кислородом через верхнюю фурму. Металл разливали в изложницы на слитки массой 8,4–12,5 т.

Для раскисления металла использовали ферромарганец с содержанием марганца от 70 до 90%. В качестве микролегирующих ферросплавов применяли ферробор с содержанием бора 6–30% и ферротитан с содержанием титана 22–68%. Начиная с заполнения металлом ковша от 1/5 его высоты одновременно и совместно вводили в зону входа струи металла из агрегата в ковшевую ванну в качестве раскислителя ферромарганец и в качестве микролегирующих ферросплавов ферротитан и (или) ферробор. Эту присадку вели порциями по 20, 33 и 50% от общей массы ферросплавов с интервалом 10, 20 и 30 секунд между порциями. При этом использовали ферробор и ферротитан в кусках размером 5–30 мм, а ферромарганец – в кусках фракцией 5–70 мм. Регулировали соотношение масс присадок ферромарганца к ферротитану и ферробору по изложенной выше зависимости – 1:(0,01–0,10):(0,002–0,02).

Промышленные плавки проведены после предварительной отработки всех приведенных параметров предлагаемой технологии производства стали в лабораторных и опытно-промышленных условиях.

Из полученного металла была прокатана арматура для железобетонных конструкций диаметром от 14 до 28 мм.

Исследования показали, что усвоение ферромарганца в способе производства полуспокойной стали по данной заявке составило 85–90% (по прототипу – 65–80%), усвоение микролегирующих элементов – титана – 55–75%, бора – 50–70%, в то время как в способе по прототипу усвоение микродобавок колебалось в пределах 30–45%.

В результате получена экономия ферромарганца (1,0–2,5 кг/т стали) и микролегирующих элементов (0,1–0,4 кг/т стали).

С учетом того, что прочностные свойства проката из стали, произведенной по заявляемому способу в сравнении с прокатом из стали, полученной по известному способу, возросли на 10–20 Н/мм² и стали более стабильными по раскату слитку в 1,5–2,5 раза, при условии равнопрочности металла дополнительно может быть достигнута эконо-

мня ферромарганца на производство стали в количестве 2-4 кг/т стали.

Таким образом, заявляемый способ производства полуспокойной стали решает по-

ставленную задачу, благодаря чему в итоге обеспечивается значительная экономия ферромарганца и микролегирующих ферросплавов.

Упорядник В.Вихлевщук

Техред М.Моргентал

Коректор О.Кравцова

Замовлення 645

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101