

Таким образом, впервые установлено, как разогрев газа в полости конвертера и присоединение шлака влияют на термогазодинамические параметры сверхзвуковой струи, внедряющейся в шлаковый расплав.

УДК 669.046.516

П.С. Харлашин, А.В. Бендич

Государственное высшее учебное заведение

«Приазовский государственный технический университет», Мариуполь

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ДОВОДКИ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ

Постоянно растущие требования к качеству стали, а также к снижению энергетических и сырьевых расходов на её производство привели к разработке ряда новых прогрессивных технологий, включающих обработку металла в ковше или специальных агрегатах внепечной обработки.

Дополнительная обработка металла в ковше может существенным образом улучшить технико-экономические показатели конвертерной плавки и, главным образом, обеспечить получение стали высокого качества с низким содержанием серы, фосфора, кислорода и неметаллических включений, водорода, азота.

Удаление газов и неметаллических включений из металлического расплава – рафинирование стали продувкой аргоном через применяемые продувочные устройства (пробки различной модификации, погружные фурмы, трубки, вмонтированные в шиберные каналы).

Впервые теоретические основы дегазации металлических расплавов путём продувки их нейтральными газами были разработаны Геллером. Суть их заключается в следующем: за время всплывания пузырьков аргона в металле соотношения между концентрациями $[H]$ или $[N]$ в нём и их парциальными давлениями в пузырьках достигают практически предельных значений.

Кинетика десорбции водорода в пузырьки аргона заключается в том, что лимитирующей кинетической стадией всего процесса в целом является скорость массопереноса растворённых газов в металле. Было установлено, что зависимость величины десорбции водорода из жидкого металла в пузырёк аргона от объёма вдуваемого аргона за время дегазации оказалась прямолинейной [1].

Значительно эффективнее проходит десульфурация и дефосфорация стали в сталеразливочных ковшах, предназначенных для эксплуатации в условиях внепечной

обработки стали, в которых для футеровки используют огнеупорные материалы нейтрального (на основе Al_2O_3) и основного (CaO , MgO) составов.

Наиболее широкое применение при выпечной обработке металла нашли кальций и магний, которые являются не только сильными раскислителями, но и десульфураторами металла.

В конце окислительного рафинирования содержание в металле газов - кислорода, азота и водорода, являющихся вредными примесями, часто оказывается выше значений, допустимых для готовой стали. Поэтому после окончания окислительного рафинирования возникает необходимость уменьшения содержания газов в стали или хотя бы перевод их в состояние, оказывающее наименьшее вредное влияние на свойства готового металла [2].

До конца продувки в металле остаётся некоторое количество кислорода. Его концентрация и активность к моменту выпуска металла из конвертерного агрегата определяется составом металла (прежде всего содержанием углерода) и шлака (в основном активностью оксидов железа), температурной ванны [2].

Почти весь содержащийся в металле кислород находится в растворённом состоянии. Во избежание отрицательного влияния его на свойства стали его концентрацию в жидком металле снижают ниже предела растворимости даже в охлаждённом состоянии.

Процесс снижения содержания растворённого в жидкой стали кислорода (раскисление) чаще всего проводят присадкой элементов, реагирующих с кислородом и связывающих его в прочные оксиды (осаждающий метод). Применяют также раскисление при пониженном давлении (в вакууме), когда раскисляющая способность углерода при низком давлении значительно увеличивается [2].

Осаждающее раскисление заключается в том, что основную часть растворённого в металле кислорода переводят в нерастворимые оксиды элементов-раскислителей, вводимых непосредственно в сталь. Плотность образовавшихся оксидов меньше плотности жидкой стали, поэтому они не оседают, а всплывают вверх, что приводит к их частичному удалению из металла в шлак [3].

Путём воздействия на металл вакуумом или инертным газом (углеродное раскисление) происходит существенное смещение реакции $[C] + [O] = CO$ вправо снижением парциального давления CO в газовой фазе. При остаточном содержании углерода 0,1% уже в случае $P_{CO} = 0,1 \text{ атм.}$ равновесное остаточное содержание кислорода в металле составляет $\sim 0,002\%$.

Однако во время вакуумирования металл постоянно контактирует с футеровкой ковша и шлаком, состоящими из различных оксидов. В этих условиях повышение раскислительной способности углерода приводит не только к раскислению металла, но и к восстановлению компонентов оксидных фаз, например, к смещению реакции $[\text{Si}] + 2[\text{O}] = (\text{SiO}_2)$ влево в результате снижения $[\text{O}]$. В результате степень раскисления металла углеродом оказывается во много раз ниже. Эти смещения реакций, кроме снижения эффекта раскисления, могут привести к повышению содержания некоторых примесей в металле до недопустимо высоких пределов. Поэтому эффект углеродного раскисления в обычных условиях используется только частично [3].

Наиболее распространённым в настоящее время способом раскисления является осаждающее раскисление в ковше, т.к. при этом достигается экономия раскислителей.

Под дегазацией стали обычно понимают снижение содержания водорода и азота. Содержание азота или его вредное влияние можно снизить введением в металл элементов, имеющих высокое сродство к нему и способных образовать прочные, нерастворимые в жидкой стали соединения (нитриды). Удаление азота из металла при продувке его нейтральным газом идёт успешнее, если металл раскислен (легирован) нитридообразующими элементами (Al, Ti и др.). В этом случае основное количество азота удаляется в виде нитридов на поверхности пузырьков и переходит в шлаковую, а не в газовую фазу. Водород ни с одним из известных элементов-раскислителей прочных, не растворимых в жидком металле соединений (гидридов) не образует. Поэтому, если содержится в стали избыточное количество водорода, то единственным способом борьбы с ним является снижение содержания его до допустимых пределов путём дегазации металла [2].

Раскисление и дегазация металла, будучи заключительными операциями получения заданного содержания примесей в готовой стали, в значительной степени определяют качество слитка и готовых изделий из него.

Список литературы

1. Живченко В.С. Гомогенизация и рафинирование стали продувкой аргоном в шлейфовом мелкопузырьковом режиме / В.С. Живченко, А.И. Троцан, С.А. Фролова // Бюллетень «Чёрная металлургия». – 2008. – № 2. – С. 70-75.
2. Бойченко Б.М. Конвертерное производство стали / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотский, П.С. Харлашин. – Днепропетровск : РВА «Дніпро-ВАЛ», 2006. – 454 с.
3. Бигеев А.М. Металлургия стали / А.М. Бигеев. – М. : Металлургия, 1977. – 440 с.