

Изобретение относится к области металлургии, а именно, к способу непрерывной выплавки стали из железосодержащих материалов, например, чугуна и/или скрапа.

Для получения стали из твердых железосодержащих материалов, в частности, скрапа, твердого чугуна, окатышей, губчатого железа или их смесей, используют, как правило, конвертеры с продувкой кислорода сверху или через расплав, причем, для получения необходимого для плавления тепла в конвертер вдувается углеродсодержащее топливо. Довольно просто можно получить сталь из скрапа, не используя, при этом, жидкого чугуна, в электродуговых печах. Однако, в этом случае расход энергии относительно велик, и поэтому при обычном оформлении также процессы недостаточно экономичны. В случае известных конвертерных способов, когда кислород продувается сверху или через расплав, процесс, как правило, протекает быстрее и сам способ является более экономичным. При таких способах плавки в расплаве образуется довольно большое количество оксидов, а образующийся в процессе плавки шлак, как правило, имеет сравнительно большую вязкость. Такие вязкие шлаки, кроме того, большей частью обладают недостаточно высокой газонепроницаемостью, что может явиться причиной слишком сильного вспенивания, а иногда приводить и к выкипанию расплава.

Задачей изобретения является проведение вышеуказанного процесса плавления таким образом, чтобы предотвратить чрезмерное кипение и существенно снизить опасность вспенивания. Решение этой задачи обеспечивается за счет того, что в качестве железосодержащих материалов используют чугун и/или скрап, флюсов - чистые материалы из группы фостеррит, оливин, пироксен, ортосиликат магния или железа, а в качестве кремнистых соединений - ферросилиций, а восстановителя - алюминий, ферросилиций и алюминий вводят на дно ковша перед выпуском или при выпуске, при этом ферросилиций вводят из расчета получения 0,15-0,4% кремния в расплаве, а флюсы и алюминий - в качестве, обеспечивающем получение в ковше кислого железистого шлака следующего состава:

	FeO, предпочтительно 25,7-50%
20-77,2%	FeO
10-30%	SiO ₂
2-15%	Al ₂ O ₃
5-20%	MgO
	MnO, предпочтительно 0,5-5%
0,13-6,45%	MnO
2,0-10%	CaO
0,1-5%	Cr ₂ O ₃
P+S	следы.

При образовании шлака такого состава помимо известных изменений вязкости происходит также (в благоприятном направлении) изменение и механической газопроницаемости. При проведении процесса с образованием шлака вышеуказанного состава оказалось возможным подавлять вспенивание шлака, происходящего в результате металлургических реакций, протекающих с газообразованием. Кроме того, образование шлака такого состава позволяет осуществлять и последующие металлургические процессы, такие, как, например, экзотермические реакции и/или получение расплава определенным содержанием кремния.

Железо и марганец в подавляющем большинстве случаев находятся в шлаке в виде монооксидов, FeO, соответственно MnO.

При разливе расплава в ковш весьма существенное значение имеет возможность задания определенных температур расплава и металлургического шлака.

Известен способ, по которому для установления заданных значений температур используют силикотермические реакции. При этих реакциях необходимое возрастание температуры может быть достигнуто за счет использования FeSi. Однако, для того, чтобы при проведении таких силикотермических реакций можно было предупредить переливание пены и исключить опасность чрезмерно интенсивного кипения, очень важно правильно выбрать состав металлургического шлака, который по вязкости и механической газопроницаемости отвечал бы требованиям последующих силикотермических стадий. Поэтому, при проведении процесса в рамках способа наиболее целесообразно вводить в расплав при выпуске его в разливочный ковш, вступающие в экзотермические реакции, добавки такие, как, например, Si, Al или экзотермические реагирующие сплавы. Благодаря контролю шлакового режима в соответствии с настоящим изобретением и образованию шлака вышеуказанного состава становится возможным ввести процесс с образованием большого количества шлака при использовании разливочных ковшей технически разумных размеров, не опасаясь, при этом, переполнения ковша.

Проще всего, способ можно осуществить путем добавления в качестве флюса соединений, представляющих собой систему FeO-MgO-SiO₂, например, оливинов или пироксенов. Предпочтительно, в качестве флюса использовать форстерит, ортосиликат магния или железа.

Таким образом, достигается направленное влияние на вязкость и температуру плавления шлака, причем, одновременно достигается и высокая газопроницаемость образующегося шлака, благодаря чему уменьшается вспениваемость его в разливочном ковше. Соединения типа FeO-MgO-SiO₂, например, оливины или пироксены, сами по себе имеют высокую температуру плавления, при взаимодействии их с кислыми шлаками с высоким содержанием железа образуются соединения с температурами плавления 1100-1200°C, в результате чего, при температурах, при которых обычно проводится процесс, получается шлак с низкой вязкостью и высокой газопроницаемостью. Применение таких флюсов дает существенное преимущество по сравнению с обычно используемым для этих целей плавиковым шпатом. Хотя плавиковый шпат, как и известь, переходит в силикат кальция, однако, скорость реакции, при этом, значительно меньше, чем в случае использования, например, форстерита. Энергетически более благоприятная реакция в случае использования ортосиликатов магния и железа приводит к образованию нейтральных шлаков, что обеспечивает более длительный срок службы футеровки. Кроме того, при использовании вместо плавикового шпата силикатов, в частности, ортосиликата магния и ортосиликата железа, не образуется токсичных, загрязняющих окружающую среду газов.

Применение форстерита, который сам по себе имеет высокую температуру плавления, приводит при взаимодействии его с SiO₂, CaO, FeO и Fe₂O₃ к значительному снижению температуры плавления. Выделяющаяся, при этом, теплота смешения может быть полностью использована. При взаимодействии с кремнием образуется дополнительное количество SiO₂, что тормозит образование дисиликата кальция, и в

результате образуется моносиликат кальция с более низкой температурой плавления.

В частности, в случае переокисленных расплавов стали с кислыми шлаками с высоким содержанием железа предлагаемое изменение состава шлака приводит к тому, что в последующем становится возможным проведение силикотермических реакций с малой склонностью к вспениванию.

Кроме того, предлагаемый способ дает возможность довольно точно устанавливать нужную температуру и проводить процесс при незначительном перегреве в плавильной печи перед выпуском расплава в разливочный ковш. Целесообразно при осуществлении способа добавлять в разливочный ковш CaO перед или в процессе выпуска расплава. Находящийся в ковше или попадающий в него в процессе выпуска CaO реагирует с кремнием по следующему уравнению:

$1\text{кг Si} + 5,1\text{кг FeO} + 4\text{кг CaO} = 4\text{кг Fe} + 6,1\text{кг}(2\text{CaO}, \text{SiO}_2) + 13816\text{кДж}$, в результате чего происходит разогрев расплава. Вследствие протекания этой реакции, с одной стороны, происходит разогрев шлака, а с другой стороны - происходит частичное восстановление, входящего в состав шлака FeO, образующегося в результате неизбежного окисления железа в плавильном тигле для скрапа. В результате увеличивается степень извлечения металла. Для равномерного распределения, выделяющегося в шлаке, тепла по всей массе металла и для предупреждения сильного перегрева шлака, отрицательно воздействующего на футеровку разливочного ковша, расплав можно перемешивать с помощью аргона, вводимого через продувочный патрубок в днище ковша. Предпочтительно вводить CaO в количестве 4-16, а Si - в количестве 2-8кг/т металла, что является оптимальным для протекания силикотермической реакции. Стехиометрического и количественного превращения можно добиться при введении CaO и Si в массовом соотношении 4:1.

Было установлено, что наиболее предпочтительными являются шлаки следующих составов:

54,0%	FeO,
20,0%	SiO ₂
7,0%	Al ₂ O ₃
8,0%	MgO
3,9%	MnO
4,0%	CaO
0,8%	Cr ₂ O ₃
S+P	следы

и	
40,0%	FeO,
20,0%	SiO ₂
7,0%	Al ₂ O ₃
8,0%	MgO
3,9%	MnO
4,0%	CaO
0,8%	Cr ₂ O ₃
S+P	следы.

Осуществляя контроль шлакового режима по способу можно, используя FeSi, в частности, FeSi (75%), точно устанавливать нужное содержание кремния в расплаве. Предпочтительно, при этом, проводить процесс таким образом, чтобы содержание кремния в расплаве, устанавливаемое за счет использования FeSi, составляло 0,15-0,40%.

Осуществляя контроль шлакового режима по способу, процесс выпуска расплава можно производить лишь с небольшим перегревом, в частности, с перегревом в 10-30°C, причем, вводя в разливочный ковш добавки, реагирующие с выделением тепла, можно предотвратить или, по меньшей мере, замедлить затвердевание расплава. Такой слабо перегретый металл (с перегревом 10-30°C) можно выпускать из плавильного тигля для скрапа и вместе с обогащенным FeO шлаком выливать в приемный разливочный ковш. Этот приемный ковш предварительно может быть нагрет до температуры 1500-1600°C. Необходимое для проведения в различном ковше последующих вторичных металлургических операций повышение температуры позволяет в дальнейшем проводить в конвертере с добавкой или без добавки чугуна такие процессы, как обезгаживание, низкочастотная обработка и дополнительная продувка. В процессе заполнения разливочного ковша, в него можно периодически вводить FeSi (75%) и известь. По другому варианту в пустой разливочный ковш предварительно вводят известь и затем в процессе разлива непрерывно добавляют в него FeSi (75%).