

Раздел 5 Внепечные способы обработки стали
Тема 5.2. Внепечные способы обработки стали и конструкция агрегатов внепечной обработки стали

Лекция №134

Тема: Технологические особенности обработки стали на установке печь-ковш

План лекции:

1. Технологические особенности обработки стали на установке печь-ковш

При обработке металла на установке ковш-печь можно проводить следующие операции:

- усреднение расплава по химическому составу и температуре путём перемешивания за счёт продувки расплава инертным газом;
- корректировка химического состава металла путём ввода кусковых ферросплавов и порошковой проволоки с различными наполнителями
- нагрев металла с помощью погруженных в шлак электродов;
- наведение основного шлака и удаление неметаллических включений путём поглощения их шлаком;
- защиту инертным газом и шлаком поверхности расплава от вторичного окисления;
- дегазация и десульфурация;
- модифицирование стали.

Порядок присадки материалов в стальковш по ходу обработки плавки на У КП:

1-15 минуты от начала обработки (все материалы присаживаются порциями до 300 кг с периодичностью 1 порция в 2-3 минуты):

- известь кусковая;
- раскислители;
- плавиковый шпат;
- шлак алюминиевого производства

10-20 минуты от начала обработки:

- ферросплавы;
- коксик порошкообразный (либо коксовая мелочь);
- проволока с порошковым наполнителем (углерод), порциями до 500 м.

30-35 минуты от начала обработки:

- проволока с порошковым наполнителем (1-2 типа).

Обработка металла на установке «ковш-печь» аргоном.

Подачу аргона через продувные пробки осуществляют на протяжении всей обработки металла на У КП.

Рабочий расход аргона устанавливается в количестве 1,5-2,0 л/т в минуту и регулируется так, чтобы при отчётливо наблюдаемом пятне, не допускать бросков тока по фазам.

При неудовлетворительной работе продувочной пробки допускается кратковременная подача аргона высокого давления для пробивания пробки.

При несрабатывании оборудования для донной продувки допускается обработка металла аргоном через верхнюю продувочную фурму следующим образом: после каждого прогрева в течение 5-6 минут производят продувку металла аргоном в течение 2-3 минут.

Виртуальный контроль режима продувки осуществляется перед каждым замером температуры или отбором пробы.

Температурный режим установки печь-ковш.

Степень нагрева выбирают, исходя из требуемой скорости нагрева.

Скорость нагрева расплава определяется количеством и состоянием шлака, интенсивностью продувки металла аргоном, количеством присаживаемых материалов.

Скорость охлаждения стали при продувке аргоном 0,8-1,0 °С/мин.

Температура металла в стальковше должна соответствовать

Марка стали	Температура металла в ковше до УКП, °С	Температура металла после УКП, °С	Температура металла перед ППС, °С
20Г	1650-1680	1565-1580	1560-1565

Температура металла в промковше должна соответствовать 1544°С

При подготовке к разливке первой плавки в серии рекомендуемая температура металла должна быть на 5 °С выше значений, указанных выше.

Контроль температуры металла.

Контроль температуры производят в автоматическом режиме. В случае неработоспособности системы автоматического замера температуры допускается производить замер в ручном режиме.

Первый замер температуры производят не ранее, чем через 3-5 минут после продувки металла аргоном.

Последний замер производится перед передачей ковша с металлом на МНЛЗ, но не ранее, чем через 3 минуты после отключения дугового подогрева.

При обработке металла кальцийсодержащей порошковой проволоки перегрев металла перед вводом проволоки производить с учётом потери порядка 1 °С при присадке 100 м проволоки.

Шлаковый режим установки печь-ковш.

Толщина рафинированного шлака в ковше должна быть 100-150 мм, что обеспечивает устойчивое и бесшумное горение дуг, защиту водоохлаждаемых элементов установки от прямого излучения дуг и теплоизоляцию металла.

Наведение рафинированного шлака производят присадкой в ковш печь твёрдой шлакообразующей смеси в количестве 8-16 кг/т стали.

Состав твёрдой шлакообразующей смеси:

- 70-75 % извести;
- 25-30 % плавикового шпата.

При проведении глубокой десульфурации рекомендуется присаживать ТШС в количествах близких к верхнему рекомендованному пределу.

Присадка плавикового шпата должна производиться исходя из консистенции шлака.

Допускается замена плавикового шпата отходами алюминиевого производства.

Присадку шлакообразующей смеси заканчивать не позднее, чем за 3-5 минут до окончания нагрева.

Для раскисления шлака используют карбид кремния, мелкий бой электродов, коксик, гранулированный алюминий, кусковый силикокальций в количествах, обеспечивающих наведение белого рафинированного шлака.

Отбор проб шлака.

Первую пробу шлака отбирают после наведения шлака в ковше, последнюю перед подачей ковша на разливку (количество проб не регламентируется и зависит от химического состава стали).

Пробы шлака отбирают намораживанием на кислородную трубку.

Первая проба оценивается виртуально. Оценка производится по остывшей пробе шлака.

Цвет шлака:

- *чёрный* – шлак имеет высокое содержание FeO и MnO (более 2%). Содержание этих оксидов может быть понижено посредством раскисления алюминием, кальцием, порошком кокса;

- *серый до коричневого* – содержание FeO и MnO на уровне 1-2 %. Необходимо дополнительное раскисление шлака и добавка извести;

- *белый до жёлтого* – жёлтый цвет указывает на то, что идёт процесс удаления серы. Шлак после остывания должен рассыпаться. Необходима дополнительная порция извести;

- *зелёный* – в этом шлаке содержатся окислы хрома;

- *белый* – свидетельствует о хорошем раскислении шлака, что обеспечивает активный процесс удаления серы.

Вид поверхности шлака:

- *с зеркальным блеском, тонкая* – указывает на то, что в шлаке высокое содержание SiO₂. В этом случае производится присадка извести.

- *гладкая и толстая* – свидетельствует о качественном ведении шлакового процесса. Если шлак не распадается после охлаждения, то завышено содержание Al₂O₃. В этом случае необходима присадка извести.

- *ломкая и толстая* – свидетельствует о высоком содержании CaO в шлаке.. Необходима добавка разжижителя – плавикового шпата.

Хорошо раскисленный шлак имеет цвет от светло-серого до белого, при охлаждении рассыпается в порошок.

Вторая проба отбивается на чистый металлический лист. В пробе не должно быть посторонних примесей. Эта проба отправляется на химический анализ в экспресс-лабораторию.

Результаты анализа последней пробы шлака записывается в паспорт внепечной обработки на установке ковш-печь.

При проведении глубокой десульфурации допускается дополнительная присадка в ковш после наведения рафинирующего шлака 300-400 м кальцийсодержащей порошковой проволоки.

Присадка кальцийсодержащей проволоки производится после завершения всех технологических операций перед передачей ковша с металлом на разливку.

После присадки в ковш порошковой проволоки проводится «мягкая» продувка металла аргоном продолжительностью не менее 3 минут с пониженным расходом инертного газа (290 л/мин).

Не допускается подогрев металла после присадки кальцийсодержащей проволоки.

Корректировка химического состава стали.

Корректировку химического состава стали производят в соответствии результатами расчёта расхода добавок на заданное содержание элементов.

Для обеспечения заданного химического состава стали ввод элементов производят после получения гомогенного жидкоподвижного шлака в следующей очерёдности: углерод – марганец – кремний – алюминий - кальций, с учётом данных по усвоению и угару основных химических элементов, приведённых в таблице:

Элемент	Обозначение	Усвоение, %	Угар, %
Марганец	Mn	95-100	0-5
Кремний	Si	80-90	10-20
Углерод	C	80-90	10-20
Титан	Ti	50-70	30-50
Ванадий	V	80-90	10-20
Алюминий	Al	50-75	25-50
Кальций	Ca	10-20	80-90
Бор	B	60-70	30-40
Хром	Cr	90-100	0-10
Никель	Ni	100	0
Молибден	Mo	100	0
Ниобий	Nb	80-85	15-20

Корректировка содержания углерода в металле производится вводом углеродсодержащей порошковой проволоки или коксиком. Присадка 200 м на ковш углеродсодержащей проволоки вводит 0,01 % углерода.

Допускается корректировка углерода в количестве не более 0,05 %.

Отбор проб металла.

Отбор проб металла производят в автоматическом режиме. В случае неработоспособности системы автоматического отбора проб допускается производить отбор проб в ручном режиме. Пробоотборщик вводится в ковш при выключенном электродуговом подогреве металла и поднятых электродах через слой шлака в жидкий металл на глубину не менее 300 мм на время не более 5 секунд с момента погружения.

Первую пробу отбирать не ранее, чем через 5 минут после начала продувки металла аргоном.

Каждая последующая проба отбирается не ранее, чем через 5 минут после коррекции химического состава.

Пробу охлаждать обдувом сжатым или вентиляторным воздухом.

Допускается охлаждение проб водой после охлаждения на воздухе до тёмно-вишнёвого цвета.

В случае появления на пробе шлаковых включений, трещин и других дефектов проба бракуется.

Проба на определение химического анализа металла отправляется в экспресс-лабораторию в патроне-контейнере.

Мастер или сталевар обязаны сообщить в экспресс-лабораторию номер плавки, номер ковша и порядковый номер пробы.

Последовательность технологических операций.

Ковш устанавливается в рабочую позицию.

Подсоединяются элементы продувочной системы. Ковш накрывают крышкой, опускают электроды, начинается продувка металла аргоном и электродуговой подогрев

Затем производится обработка металла ТШС

После получения результатов химического анализа произвести корректировку химического состава металла

При необходимости повторить корректировку металла по химическому составу в соответствии с данными химического анализа последующих проб

При обработке металла кальцийсодержащей проволокой, внести проволоку в металл, произвести «мягкую» продувку металла не менее 3 минут, отобрать пробу шлака для определения его химического состава, произвести замер температуры

Затем произвести отключение аргона, поднять свод и при необходимости утеплить зеркало металла утеплительной смесью ТИС–2М(СК) в количестве 1 кг/т стали.

Сталевоз перемещает ковш в резервную позицию, ковш накрывается крышкой и передаётся на разливку.

При неготовности УКП к приёму очередной плавки, ковш устанавливают на стенд продувки. После установки ковша на стенд немедленно начать продувку металла с минимальным расходом продувочного газа. Сталеразливочный ковш накрывается теплоизолирующей крышкой. Допустимое время пребывания ковша на стенде определяется исходя из начальной температуры металла и скорости охлаждения. Минимальная допустимая температура металла должна быть на 30 °С выше температуры ликвидус.

Вопросы для самоконтроля:

1. При обработке металла на установке ковш-печь можно проводить какие операции?
2. Назовите длительность обработки стали на ковш-печи?
3. Назовите минимально допустимую температуру металла °С на КП?
4. Всегда ли сталеразливочный ковш накрывается теплоизолирующей крышкой?
5. Обработка металла на установке «ковш-печь» подвергается аргоном?
6. Нужно ли производить обработку металла ТШС на КП?
7. Когда происходит присадка кальцийсодержащей проволоки?

Использованная литература:

1. Производство стали в агрегате ковш-печь / Д. А. Дюдкин, С. Ю. Бать, С. Е. Гринберг, С. Н. Маринцев. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2003.-300 с.
2. Внепечная обработка расплава порошковыми материалами / Д. А. Дюдкин, С. Ю. Бать, С. Е. Гринберг и др. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2002.-296 с.