**Задание.**

Разработать технологию выплавки и сифонной разливки стали марки 30ХГСА в 130 т. мартеновской печи.

**План выполнения задания.**

1. Введение.
	1. Технический прогресс в сталеплавильном производстве.
2. Технологическая часть.
	1. Технология выплавки.
	2. Химический состав, назначение, виды поставки.
	3. Расчет металлической части шихты.
	4. Расчет ферросплавов.
	5. Периоды плавки.
	6. Технология сифонной разливки.
	7. Тепловой режим мартеновской печи.
	8. Приемка печей и их осмотр перед сменой.
3. Организационно-экономическая часть.
	1. Расчет плановой себестоимости одной тонны стали.
	2. Техника безопасности.
4. **Введение.**

Технический прогресс в сталеплавильном производстве сопровождается сменой технологических процессов все более производительными, и созданием агрегатов и машин все более единичной мощности и емкости. Но чем сложнее рабочий металлургический процесс и чем больше производительность, размеры технологических агрегатов и машин, тем более необходима механизация и автоматизация технологических операций.

***Первый этап:*** развитие сталеплавильного производства характеризовался механизацией отдельных операций (например, подачи дутья в печь, загрузки материалов, перевозка жидкого металла). Большую часть работы выполняли вручную.

***Второй этап:*** характеризуется комплексной механизацией всего процесса труда, в результате чего рабочий только управляет машинами и механизмами. Такие условия созданы в современных сталеплавильных цехах, где имеются системы механизации не только основных технологических операций, но и вспомогательных, а также механизированные и не технологические операции.

К механизированным технологическим системам относятся системы взвешивания, дозирования, транспортировки и загрузки сыпучих средств шихтовых материалов.

Механизированы и не технологические операции.

***Третий этап:*** характеризуется автоматизацией контрольных и простейших операций управления. Для этого системы управления агрегатами и машинами оснащают необходимыми приборами. Такие системы существуют практически в каждом современном сталеплавильном цехе.

Многочисленные приборы, собирающие и передающие информацию о ходе технологического процесса: различные средства автоматизации, сигнализирующие о положении механизмов и характеризующие их перемещение.

***Четвертый этап:*** можно охарактеризовать комплексной автоматизацией технологических процессов выплавки стали. Каждая машина должна иметь для своего управления компьютер, а если машина сложная, то систему компьютеров.

Однако внедрение комплексных автоматизированных систем с сталеплавильное производство затруднено из-за смешанного характера этого производства.

1. **Технологическая часть.**
	1. **Технология выплавки.**

Сталь 30ХГСА – 30%; Cr - 1%; Mn – 1%; Si – 1%; Н/Л; В/К; конструкционная

Заменитель - стали: 40ХФА; 35ХМ; 25ХГСА; 35 ХГСА.

Вид поставки – сортовой прокат, в том числе фасонный калиброванный пруток, серебрянка, полоса, поковки и кованные заготовки.

Назначение – различные детали, работающие при температуре до 200°С, ответственные сварные конструкции, крепежные детали, работающие при низких температурах.

**2.2.1. Химический состав, назначение, виды поставки.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Марка стали** | **Источник** | **Массовая доля элементов в %** |
| **C** | **Mn** | **Si** | **Cr** | **P** | **S** | **Cu** | **Ni** |
| **не более** |
| 30ХГСА | ГОСТ45-43-71 | 0,280,34 | 0,801,10 | 0,901,20 | 0,801,10 | 0,025 | 0,025 | 0,30 | 0,30 |

Исходные материалы мартеновской плавки.

Шихта делится на металлическую группу и неметаллическую.

***Металлическая группа.***

Чугун – передельный твердый.

Металлический лом – оборотный, покупной.

Оборотный – отходы металлургического производства (плавка, прокат, металл со шлакоотвалов).

Покупной – отходы обрабатывающей промышленности, амортизационный лом, транспорт, с/х машины, военная техника и т.д.

Металлический лом по химическому составу делят на углеродистый и легированный. По ГОСТ 2787-85 лом черных металлов делят на два вида:

стальной;

чугунный;

на две категории: легированный, не легированный;

на два класса: тяжеловесный, легковесный.

***Неметаллическая группа.***

Флюсы – не металлические материалы, обеспечивающие в процессе выплавки получение шлака необходимого состава и свойств. По ГОСТ 1387-91.

Флюсы делят на:

широко образующие – известняк, известь;

шлакоразжижающие – бокситы, шамотный бой, плавиковый шпат, окалина.

Окислители:

Твердые – железная руда, агломерат, окалина, сварочный шлак.

Газообразные – воздух, кислород.

**2.1.2. Расчет металлической части шихты.**

Сталь 30ХГСА

Печь – 130 т.

Углерод на выпуске – 0,3 % согласно инструкции ТИ1-86 для 130т. печей запас по углероду составит:

0,30 + 0,45 = 0,75% С

Принимаем угар 50%, тогда в завалке углерода должно быть:

0,75 – 50%

 х = =1,5%

 х - 100%

Углерода в завалке должно быть 1,5 %.

Содержание углерода в чугуне принимаем равным 4%, содержание углерода в стальной шихте – 0,20 %

х – количество чугуна

(130 -х) – количество стальной шихты

4х + 0,20· (130 -х) = 130·1,5

4х + 26 – 0,2х = 195

3,8х = 169

х = 44

130 – 44 = 86

Стальной лом – 43 т.

Пакеты – 22 т.

Стружка – 21 т.

Количество извести не менее 40 кг на 1 т.

130т. · 0,04т. = 5,2 т. извести.

**2.1.3. Расчет ферросплавов.**

Предварительно раскисление в печи (ТН1-86) проводят ФСХ33 из расчета введения 0,30% Si без учета угара.

ФСХ33 = =1114 кг

Какое количество Si остается при угаре 90%

0,3 – 100%

 х = = 0,03 %

 х - 10%

Легирование Mn производим в ковше CMn17 Mn – 70%, Si – 18%

Среднее содержание Mn в марке 30ХГСА

е = = 0,95%

Остаточный Mn в ванне 0,10 % , Тогда необходимо добавить на 0,85 %

CMn17 = = 1661 кг

CMn17 внесет 0,23%

1661 – 100%

 х = = 299 кг

 х - 18%

ФСХ33 внесет Cr

1114 – 100%

 х = 0,29 - остаточный

 х - 40%

в ванне с учетом угара по Cr – 15%.

Остаточный Cr в ванне 0,25%

Средний Cr по марке:

е = (0,8 +1,10)/2 = 0,95 – 0,25 – 0,29 = 0,41 %

ФХ800 = = 896 кг

Легирование Si в ковше ФС75.

Среднее содержание Si в марке:

(0,9 +1,20)/2 = 1,05 %

ФСХ33 внес Si – 0,03%, CMn17 – 0,23%

Необходимо 1,05 – 0,26 = 0,79 %

# ФС75 = = 1611 кг

Количество Al для раскисления в ковше берется из расчета 500 г/т по ТИ1-86

130·0,5 = 65 кг алюминия

**2.1.4. Периоды плавки.**

**Заправка печи.**

Допускается совмещение заправки откосов задней стенки с выпуском плавки. При этом загущение шлака заправочными материалами или за счет снижения тепловой нагрузки не допускается.

**Завалка.**

Порядок завалки материалов в печь должен обеспечить равномерное плавление, активный процесс шлакообразования, нормальное расплавление по углероду, сохранность рабочего пространства и подины печи. Устанавливается следующая последовательность завалки материалов в печь: под низ загружается стружка или легковесный лом, после завалки 20-25 % шихты, запускается известь или известняк. Завалка чугуна производится после завалки извести или известняка вперемешку с шихтой. Допускается заваливать чугун после загрузки всей шихты.

Не допускается завалка извести непосредственно вплотную к кладке ванны во избежание заращивания, аналогично и чугуна – во избежание разъедания.

**Плавление.**

Началом периода плавления считается момент окончания завалки шихтовых материалов. В процессе плавления рекомендуется производить растаскивание скоплений не расплавившейся шихты с целью сокращения периода плавления. В конце плавления берется предварительная проба металла, по результатам которой принимается решение о дальнейшем ведении плавления.

**Кипение. Окислительный период.**

Началом периода кипения считается взятие первой, основной пробы металла. Кипение делится на два периода: окислительный период; период чистого кипения.

**Окислительный период:** Назначение периода – максимальное удаление фосфора, окисление избыточного углерода. Окисление избыточного углерода рекомендуется производить за счет присадок железной руды.

Присадку руды рекомендуется производить порциями, не более 10 кг на тонну, с интервалом 10-15 минут. После присадок руды снижают подачу в печь топлива и воздуха. При нормальном подготовленном шлаке значительная часть его уходит самотеком. В случае необходимости удаление шлака производят гребками. При этом недопустимо оголение металла под факелом. Количество одновременно присаживаемых материалов для наведения шлака не должно превышать 25 кг/т, следующую присадку рекомендуется производить после растворения предыдущей.

Признаками, определяющими нормальное проведение окислительного периода, являются:

1. Содержание фосфора в стали не более 0,015%.
2. Снижение содержания серы в металле, обеспечиваемое в окислительный период снижением содержания закиси железа в шлаке, и повышение его основности.

В окислительный период допускается производить следующие операции:

1. Исправлять жидкие или густые шлаки присадками небольших порций обоженной извести или хорошо просушенных флюсов в количестве не более 10 кг/т, не допуская при этом заметного снижения интенсивности кипения металла.
2. Использовать чугун не долее 20 кг/т, или алюминиевую стружку с примесью чугунной, в количестве не более 10 кг/т, в случае пониженного запаса углерода по расплавлении.

**Период чистого кипа:** Началом периода чистого кипа считается момент окончания формирования однородного шлака, но не ранее, чем через 10 минут после последних присадок железной руды или шлакообразующих.

Ванна к этому времени должна закипеть ровным пузырем на площади не менее 70% её поверхности. Чистое кипение проводится под активным однородным жидкотекучим шлаком, количество которого должно исключить возможность оголения металла под факелом. Окисление углерода на протяжении всего периода чистого кипения должно быть равномерным.

За весь период чистого кипения должно быть окислено не менее 0,13% углерода. При этом продолжительность чистого кипения должна быть не менее 30 минут. Содержание серы в металле перед раскислением определяется категорией выплавки стали, и видом процесса. Основность шлака в конце чистого кипения рекомендуется не менее 2,8. К концу чистого кипа металл должен быть нагрет до заданной температуры, приметно 1630º - 1640ºС. Концом чистого кипения является начало предварительного раскисления, а в случае полного раскисления в ковше – выпуск плавки из печи.

**Раскисление, легирование, выпуск.**

Выпуск с предварительным раскислением кремнесодержащиими материалами производится на всех марках стали. Предварительное раскисление стали производится после отбора последней пробы металла. После получения анализа на углерод из последней пробы производится корректировка металла по углероду присадкой предварительно прокаленного в мульде чугуна. Чугун присаживается сбоку от сталевыпускного отверстия не позднее, чем за минуту до начала выпуска.

## Выпуск, окончательное раскисление

**и легирование стали.**

Выпуск стали производится не ранее, чем через 5 минут после присадки в печь ферросплавов для раскисления предварительного и легирования. Окончательное раскисление стали производится в ковше во время выпуска путем присадки подогретого алюминия на дно ковша, или с первыми порциями металла. Введение ферросплавов в ковш производится из навесного бункера, начиная с момента наполнения ковша, на ¼ его высоты, и заканчивается при наполнении ковша на 2/3 его высоты, но не позднее появления шлаков. Размер кусков, применяемых ферросплавов, должен быть не более 100 мм. Применение пылевидной фракции запрещено.

**Окисление и восстановление фосфора.**

Фосфор в стали является вредной примесью, отрицательно влияющей на её механические свойства. Поэтому содержание фосфора в стали, в зависимости от её назначения, ограничивается пределами 0,015 – 0,07%

Основными условиями получения качественной стали является полное окисление фосфора и перевод его в шлак по ходу плавки, т.е. дефосфорация металла. Окисление фосфора можно представить в виде следующей схемы:

2 [ P ] + 5 ( FeO) = (P2O5) + 5 [ Fe]

(P2O5) + 3 (FeO) = (FeO)3 · P2O5

(FeO)3 · P2O5 + 4 (CaO) = (CaO)4 · P2O5 + 3 (FeO)

Вывод:

2 [ P ] + 5 ( FeO) + 4 (CaO) = (CaO)4 · P2O5 + 5 [ Fe]

При отсутствии извести процесс окисления фосфора возможен при относительно низких температурах с образованием фосфата железа. Однако, это соединение непрочно, при высоких температурах происходит его разложение и переход фосфора в металл. Поэтому главная роль в переводе фосфора в шлак принадлежит CaO при условии присутствия FeO в шлаке, в определенном соответствии с CaO.

С повышением температуры полнота дафосфорации снижается.

Для предотвращения восстановления фосфора из шлака в металл, нужно поддерживать необходимую основность шлака.

**Десульфурация металла.**

Сера, так же как и фосфор, является вредной примесью в стали и вносится в металл шихтовыми материалами и некоторыми видами топлива. Содержание серы в стали допускается от 0,005 до 0,06%.

Сера обладает высокой химической активностью и образует сернистые соединения – сульфиды. Сернистые соединения ухудшают многие важные характеристики служебных свойств металлов и сплавов, усиливают склонность к образованию горячих трещин при прокате и сварке. В то же время серу специально вводят в автоматные стали с повышенным содержанием марганца для получения хорошей обрабатываемости режущими инструментами этой стали.

Учитывая вредные действия серы на качество стали, кроме автоматной, металлурги стремятся как можно больше её удалить из металла во время плавки.

Сера обладает большой поверхностной активностью, поэтому процесс десульфурации осуществляется главным образом на поверхности раздела металл – шлак. Для термодинамического анализа металлической ванны может быть принята следующая схематическая реакция:

(CaO) + [ FeS ] → (CaS) + (FeO)

Успешно протекает процесс десульфурации металлической ванны при наличии достаточно-основного и жидкоподвижного шлака. Чем выше основность шлака, тем больше, при прочих равных условиях, он может удерживать в своем составе серы, и тем выше должны быть показатели десульфурации.

Когда повышение основности шлака не сопровождается снижением его вязкости, концентрация серы в шлаке не увеличивается и показатели десульфурации начинают ухудшаться.

* 1. **Технология сифонной разливки.**

При сифонной разливке металл из сталеразливочного ковша направляется в центровой литник, после чего поступает по сифонным трубкам в изложницы. Одновременно из одной центровой могут наполняться от 2 до 64 изложниц, размещенных на чугунных поддонах.

**Преимущества сифонной разливки.**

Поверхность более чистая, т.к. металл при разливе поступает в изложницу снизу, поднимается сравнительно медленно и спокойно. Такой способ разливки обеспечивает меньшую окисленность металла, обеспечивает возможность образования подкорковых пузырей. Слитки, отлитые сифонным способом, не требуют обдирки и значительной зачистки; продолжительность разливки меньше, т.к. одновременно осуществляется отливка нескольких слитков, при этом плавку большой массы можно разливать в мелкие слитки.

Разливка сифонным способом дает возможность регулирования в более широких пределах скорости наполнения изложниц и наблюдения за поведением металла в изложницах на протяжении всего периода разливки. Слиток получается качественный, однородный, плотный, нет расплескивания металла по стенкам изложниц и трещин, вследствие меньшей скорости разливки металла.

**Недостатки сифонной разливки.**

Необходимость нагрева металла в печи до более высокой температуры из-за охлаждения металла в центровой и сифонных трубках.

Увеличенный расход металла на литниковую систему (0,7-2,0 % от массы разливаемой стали). Повышенная стоимость разливки, связанная с расходом сифонного кирпича, установка дополнительного оборудования, большая трудоемкость сборки поддонов и центровых.

Сифонным способом разливают углеродистую и легированную сталь, к поверхности которых предъявляют высокие требования.

При разливке стали не должно быть затворов корочки и прерывания струи.

* 1. **Тепловой режим мартеновской печи.**

**Изменение тепловой нагрузки по ходу плавки.**

В период завалки из-за большой разницы между температурой сыпучих материалов, металлического лома и факела происходит усиленная передача тепла от факела к заваливаемой шихте. Тепловая нагрузка в этот период в 1,5 раза больше его среднего значения.

В период нагрева шихты разница температур между факелом и шихтой уменьшается, снижается тепловосприятие лома. Поэтому для предотвращения перегрева футеровки и чрезмерного оплавления шихты тепловая нагрузка снижается и составляет 85-90% от максимальной.

В период плавления условия теплообмена существенно меняются, т.к. шлак первого периода плавления обладает относительно малой теплопроводностью, что может вызвать перегрев кладки печи.

В период доводки условия теплообмена между факелом, ванной-кладкой и ванной улучшаются в результате изменения физических свойств шлака. Однако снижение концентрации углерода в металле приводит к уменьшению выделения СО, в связи с чем тепловая нагрузка в этот период обычно повышается и колеблется в зависимости от конкретных условий в пределах 50-90% от максимальной.

В период заправки печи, которая происходит во время выпуска плавки и частично во время прогрева сыпучих материалов, тепловая нагрузка близка к максимальной, т.к. к моменту завалки печь должна быть хорошо нагрета.

**Топливно-кислородная горелка.**

В лобовой части она имеет кольцевую, расширяющуюся в обе стороны по направлению к выходу форкамеры.

Процесс горения начинается внутри форкамеры, и на выходе из неё образуется высокотемпературный факел, у которого отсутствует низкотемпературный начальный участок.

Природный газ на трехканальных печах подается по двум фурмам, одна из которых вставлена в торец газового кессона, а через вторую проходит 60-70% поступающего газа. Дополнительный воздух поступает через бывший газовых вертикал печи. В этом канале происходит частичная самокарбюрация газа с выделением частиц сажистого углерода. Получается настильный, хорошо светящийся факел. Скорость истечения газа из нижней фурмы меньше, чем из верхней.

* 1. **Приемка печей и их осмотр перед сменой.**

Сталевары мартеновских печей вместе со своими поручными перед проведением предсменного оперативного совещания с начальником смены, обязаны на рабочем месте ознакомиться с состоянием печей и ведением технологического и теплотехнического процессов плавки.

Первый подручный сталевара при осмотре печи и приемке смены обращает особое внимание на чистоту нажней площадки печи, точность установки стендов для шлаковых чаш и самих чаш, состояние стендов для ковшей и самих ковшей для приемки металла, установку сталевыпускного желоба, просушку желоба, исправность шлаковой тележки и электролебедок для транспортировки шлаковых чаш из-под печи, состояние бункеров для ферросплавов.

Второй подручный сталевара помогает первому в уходе за сталевыпускным отверстием, участвует в выпуске шлака через шлаковые летки, наблюдает за ними, отвечает за чистоту на задней площадке печи.

Более качественной передаче-приемке смены способствует правильно составленный и заполненный агрегатный журнал. В свою очередь, сталевары, сдавшие смену, не имеют права покинуть печи, если сталевары, принимающие смену, не приняли и не подписали агрегатный журнал.

* 1. **Техника безопасности.**

К самостоятельной работе на участке мартеновских печей допускаются лица мужского пола не моложе 18 лет, получившие вводный инструктаж, первичный инструктаж по охране труда в объеме инструкций, действующих на участке, прошедшие практическое обучение безопасным приемам под руководством опытных рабочих, владеющих знаниями и навыками в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации оборудования участка, аттестованные на знание правил Госгортехнадзора в объеме выполняемой работы, имеющие допуск по состоянию здоровья к работе на «горячем» участке и прошедшие проверку начальником цеха, знаний правил охраны труда с оформлением допуска к самостоятельной работе в личной книжке по технике безопасности и распоряжением по цеху.

**Требования безопасности во время работы.**

**Завалка шихты в мартеновские печи.**

После выпуска плавки и заправки печи сталевар дает указания машинисту завалочного крана о порядке завалки шихты в печь. При садке стружки, особенно масляной, главный шибер печи должен быть полностью открыт, а топливо – сбавлено. Перед началом завалки сталевар обязан выставить стойки и натянуть канаты, либо выставить аншлаги «опасная зона» для ограждения зоны работы завалочного крана на время завалки печи.

Не разрешается хождение людей за стеллажами печей во время подъема и установки на них мульд.

**Период плавления.**

Сталевар и подручные, наблюдающие за ходом плавления, должны соблюдать осторожность, особенно в момент перекидки клапанов, т.к может быть выброс пламени через гляделки теплотности печи, что может причинить ожоги.

В период плавления подручные сталевара подготавливают все необходимое для кипения материалы.

**Период кипения.**

При необходимости в период кипения производится замена шлаковой части. Порог среднего окна при этом тщательно заправляется, а люк закрывается.

В случае аварийного состояния печи мастер и старший сменный мастер обязаны принять меры к выпуску металла из печи, не считаясь с химанализом и заданной маркой стали, а также принять все необходимые меры по охране труда для аварийного выпуска металла.

**Подготовка к выпуску и выпуск металла.**

Перед разделкой сталевыпускного отверстия первый подручный сталевара обязан проверить:

* подготовленность сталевыпускного желоба, его просушенность;
* наличие шлаковой чашки под желобом;
* наличие и исправность инструмента для разделки отверстия;
* наличие и исправность кислородного шланга и трубки для прожигания отверстия;
* наличие сухих материалов для дачи в ковш.

Разделка сталевыпускного отверстия печи производится первым подручным сталевара только по команде плавильного мастера и при наличии под желобом подготовленного к приему ковша.

Разделка отверстия производится ломиком, при этом необходимо остерегаться внезапного выброса металла и газов. Подручные сталевара, разделывающие отверстия, должны находиться по сторонам желоба, не находясь в выпускном желобе и на его борту. При разделке загоревшего отверстия применяется остро заточенный ломик и кувалда.

**Заправка печи и очистка ям на подине.**

После выпуска плавки сталевар обязан тщательно осмотреть рабочее пространство печи. При обнаружении ям на падине немедленно производится очистка ямы от остатков металла сжатым воздухом, после чего осуществляется заправка разрушенных мест подины печи.

Заправка подины после очередной плавки и очистки ям от металла производится под руководством плавильного мастера, а при остановке печи на планово-предупредительный ремонт – под руководством старшего мастера мартеновской печи.

Перед началом заправки мастер обязан проверить установку защитного экрана против выпускного отверстия и потребовать от мастера разливки стали удалить работающих против печи людей в безопасное место.

За нарушение требований настоящей инструкции рабочие и специалисты несут ответственность в дисциплинарном или уголовном порядке, в зависимости от тяжести несчастных случаев.

**Литература:**

1. ТИ 1-86, «Выплавка стали в основных мартеновских печах».
2. Струговицкий Д.П., «Сталевар мартеновской печи»,

Свердловск, «Металлургиздат», 1961г.

1. Линчевский Б.В. и др., «Металлургия черных металлов»,

Москва, «Металлургия», 1986г.

1. Борнадский И.И. и др., «Подручный сталевара широкого профиля»,

Москва, «Металлургия», 1986г.

1. Панфилов М.И., «Справочное руководство сталеваров мартеновских печей»,

Свердловск, «Металлургиздат», 1979г.

1. Заверюха Н.В. и др., «Сталевар мартеновской печи»,

Москва, «Металлургия», 1981г.

1. ТИ 92-88, «Разливка стали, выплавленной в основных мартеновских печах».