

Обработка металла жидким шлаком

А. Г. Помещиков, И. А. Безруков, И. Д. Рожихина, О. И. Нохрина

ЗАО НПП "Электроплазменное оборудование и системы",
ГОУВПО "Сибирский государственный индустриальный университет"

В последнее десятилетие широкое развитие получила внепечная обработка стали. Сталеплавильные печи превратились в собственно плавильные агрегаты. Рафинирование стали и доведение ее химического состава до требуемого уровня производится в ковше, перемещающемся от одного рафинировочного агрегата к другому. При этом сталь получается хорошо очищенной от примесей и готовая к разливке.

Электрошлаковый переплав расходных электродов стал неконкурентоспособным, так как производство расходных электродов и последующий их переплав удорожают на 60...80 % стоимость конечного слитка.

Вместе с тем при электрошлаковой обработке стали имеются неоспоримые преимущества, основными из которых являются: обработка металла активным шлаком, в результате чего сера и неметаллические включения переходят в шлаковую ванну, а также охлаждение сформировавшегося слитка в медной водоохлаждаемой изложнице через слой шлакового гарнисажа.

В настоящей статье описывается способ рафинирования металла, заключающийся в комплексном использовании внепечной обработки стали и электрошлакового переплава.

Проведение электрошлаковой обработки металла без расходных электродов — идея не новая, в частности, в 1981 г. в монографии "Электрошлаковый металл" ("Наукова думка", ИЭС им. Е. О. Патона) приведены возможности такой плавки.

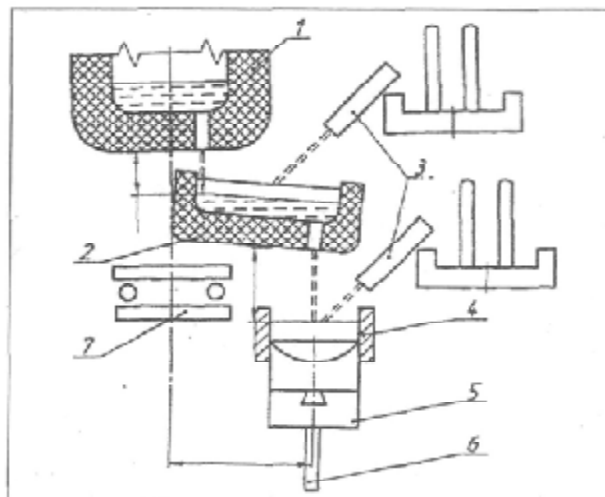
В более позднем издании "Установка электрошлаковой металлургической технологии" Ю. М. Миронов приводит известные с 70—80-х годов разработки и упоминает безэлектродную технологию ЭШП (стр. 118, 294). Однако в эти годы еще не созрела база

для указанных технологий, так как внепечная обработка только зарождалась. В настоящее время эта технология стала вполне реальной.

Металл, прошедший внепечную обработку в ковше (на примере углеродистой стали) содержит примерно 0,001—0,002 % S, окисленность металла снижена в 1,5—2,0 раза, содержание неметаллических включений снижено примерно в два раза относительно их содержания в исходном металле.

С осуществлением предлагаемой технологической схемы (рисунок) продолжается снижение количества неметаллических включений в металле в результате перехода их в шлак.

В качестве покровного применяют шлак примерно следующего состава: 50—70 % CaO, 20—30 % Al₂O₃, 5—10 % SiO₂, 4—8 % MgO с



Конструктивная схема устройства:

1 — ковш с расплавленным металлом, прошедшим внепечную обработку; 2 — желоб, футерованный магнезитом; 3 — плазмотрон; 4 — кристаллизатор неподвижный; 5 — поддон подвижный; 6 — механизм выталкивания; 7 — механизм поворота желоба

добавкой 5–20 % CaF_2 для придания жидкотекучести и активности шлака. Применение покровного шлака увеличивает степень десульфурации металла.

Так как все указанные процессы происходят на границе раздела фаз жидкий металл–жидкий шлак, очень важно правильно производить разливку металла из ковша и транспортировку шлака в желоб и водоохлаждаемую изложницу.

Обработанный в ковше металл выпускается через донное отверстие в футерованный магнетитовым материалом (55 % MgO , <10 % SiO_2) желоб, имеющий наклон в сторону медной водоохлаждаемой изложницы. Из сталеразливочного ковша металл сразу попадает под слой покровного шлака, который непрерывно подогревается плазменной струей, сканирующей вдоль направления перемещения металла. Второй плазмотрон подогревает шлак в изложнице, где формируется слиток.

Таким образом, на всем пути следования металл укрыт шлаком и защищен от попадания кислорода и азота из воздуха. Исключение составляет свободное падение металла из разливочного ковша в желоб, из него в изложницу. Из-за кратковременности пребывания металла в контакте с окружающим воздухом существенного влияния этот факт на количество растворенных в металле газов иметь не может.

Гидродинамическое давление плазменной струи на поверхность шлаковой ванны вызывает перемешивание шлаковой ванны, что имеет положительный эффект. С одной стороны, при перемешивании на границу раздела фаз поступают новые порции шлака, активизирующие процессы рафинирования. С другой стороны, подогретые плазменной струей горячие слои шлака создают условия для формирования плоской металлической ванны, что положительно влияет на удаление газов и неметаллических включений при формировании слитка.