

Плавка и разливка металла в вакууме

Студенты: гр. 10404117 Коцур И.Н., гр. 10404119 Стенник М.А.
Научный руководитель – Иванов И.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Плавка металла в вакууме позволяет значительно уменьшить количество примесей и растворенных газов в металлах. Соответствующее улучшение качества трансформаторной стали снижает гистерезисные потери, что дает большую экономию электроэнергии.

В вакуумных индукционных печах выплавляют фасонные отливки из высоколегированных сталей и сплавов, предназначенные для деталей летательных аппаратов, газовых турбин и других изделий. Это связано с тем, что указанные стали и сплавы содержат легкоокисляющиеся элементы (алюминий, титан и др.), склонные к образованию значительного количества окисных плен, резко снижающих физико-механические свойства сплавов. В вакууме сплавы освобождаются от газов и вредных примесей, которые во время плавки удаляются.

В вакуумной индукционной печи, вакуумная камера представляет собой горизонтальный цилиндр, перемещаемый по рельсам на колесах. Одна из торцевых стенок камеры неподвижна. К ней крепится кронштейн для установки индуктора с плавильным тиглем и площадкой для установки литейной формы. На этой же стенке вне камеры установлен электродвигатель с редуктором, служащим для поворота тигля вместе с формой на 90° . Токоподводящий шланг и ввод для поворота печи через герметизированные окна также проложены в торцевой неподвижной стенке.

Водяная рубашка служит для охлаждения вакуумной камеры. Снаружи на камере расположены дозатор, смотровые глазки, ардометр для замера температуры сплава в тигле и клапан для напуска воздуха. Печь обслуживается с площадки. Рядом с печью размещается пульт управления, оснащенный приборами для контроля расходуемой мощности при плавке, глубины вакуума, температуры сплава и других параметров.

Печь такой конструкции характеризуется периодическим действием: вакуум в плавильной камере сохраняется для плавки металла и заливки одной формы, после чего он нарушается.

Материал тигля для плавки металлов в вакууме не должен испаряться при рабочих температурах, а также не содержать или не образовывать в результате реакции с жидким металлом сильно летучих и легко диссоциирующих соединений. Так, например, не рекомендуется проводить плавку стали под вакуумом в кварцевых тиглях из-за значительной летучести кремниевой кислоты и оксида кремния. Плавка в вакууме также сильно ухудшает службы магнетитового тигля, удовлетворительно работающего при плавке в атмосфере воздуха. Здесь имеет место разложение материала тигля ввиду сильного испарения магния в вакууме. Испаряющийся магний конденсируется на холодных внутренних деталях печи и на смотровом стекле, что затрудняет ведение плавки.

Разливка стали в вакууме преследует две цели:

а) предохранить сталь от вторичного окисления, которое происходит при обычной разливке на воздухе;

б) обеспечить дополнительную дегазацию стали непосредственно в процессе разливки.

При разливке стали в вакууме изложницу помещают в специальную герметичную камеру (кессон). На эту камеру, перекрытую листом алюминия, герметически плотно устанавливают промежуточный ковш. Размер отливок определяется только размерами вакуумных камер и ковшей. Нижняя часть корпуса вакуумной камеры – водоохлаждаемая. Разрежение в системе создается четырех ступенчатым парожеткаторным насосом, обеспечивающим давление в камере к началу разливки $0,17-0,34$ кПа. Установка снабжена телевизионными камерами, позволяющими наблюдать за процессом разливки.

Разливка на вакуумной установке производится следующим образом. Разливочный ковш устанавливают над промежуточным ковшом и начинают заполнять его жидким металлом. После того как в промежуточном ковше накопится необходимое количество металла для осуществления непрерывной заливки, открывают стопор промежуточного ковша и струя металла, прожигая алюминиевую пластину, попадает в вакуумную камеру.

Давление в камере резко повышается при попадании первых порций жидкого металла. После этого оно вновь понижается и поддерживается почти постоянным до заполнения всей изложницы. После достижения металлом уровня низа прибыльной надставки разливка прерывается. Заливку прибыли производят несколькими порциями жидкого металла.

Процесс разливки в вакууме имеет свои особенности. Попадая в вакуум, струя дегазированной стали распадается на мелкие капли. Пузырьки газов, выделяющиеся из стали, как бы взрывают струю жидкого металла, и этим способствуют достижению высокой степени дегазации. Иногда для лучшего дробления струи в нее вдувают инертный газ. При падении в изложницу струя становится конусообразной. Угол раскрытия струи достигает 90-120 мм и брызги попадают на стенки изложницы. Разбрызгивание металла на стенки изложницы ведет к образованию настывки на поверхности изложницы, отслаивающейся при ковке в виде чешуи, а иногда образующей сетку мелких трещин, затрудняющих ковку.

С целью ограничения чрезмерного раскрытия струи в вакууме используют направляющую трубу, которая состоит из сварного металлического кожуха толщиной 10 мм и двух огнеупорных колец, вставляемых в кожух. Труба имеет длину 600 мм и диаметр 280-300 мм.