

**А.Г. Чернятевич<sup>1</sup>, Л.С. Молчанов<sup>1</sup>, В.В.Вакульчук<sup>1</sup>, И.С. Рышкова<sup>2</sup>**

1 – Институт черной металлургии НАН Украины, г. Днепр

2 – Днепровский государственный технический университет, г. Каменское

## **СОВМЕЩЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОГО НАГРЕВА И ДЕСУЛЬФУРАЦИИ СТАЛИ В КОВШЕ**

В настоящее время наиболее распространенными способами нагрева стали на стадии внепечной обработки являются дуговой с использованием установок ковш-печь и химический подогрев в ковше за счет ввода вглубь металла с помощью трайб-аппарата алюминия и вдувания газообразного кислорода.

Наиболее часто тонкая регулировка температуры стали с одновременной десульфурацией последней жидкоподвижным основным шлаком низкой окисленности (<0,5 % FeO, 0,13-0,15 % MnO), наведенным после присадки кусковых извести и плавленого шпата, осуществляется на установке ковш-печь. Однако такая технология имеет следующие недостатки: высокая капиталоемкость и расходы по переделу; дополнительное увеличение себестоимости при обработке рядовых марок стали; сложность получения низких концентраций азота и углерода из-за воздействия дуги и науглероживания металла посредством растворения электродов; повышенный износ футеровки шлакового пояса ковша.

Химический подогрев часто используется при недостаточном количестве установок дугового нагрева и при производстве сталей, которые не могут быть нагреты на установке ковш-печь, а именно сталей с низким содержанием азота и углерода. Экономические преимущества установок химического подогрева в сравнении с агрегатами ковш-печь заключаются: в небольших капитальных затратах при реализации технологии; в обеспечении более высокой скорости нагрева (10-25 °С/мин) металла; возможности обработки рядовых марок стали (без особого их удорожания), сталей с низким содержанием азота (трубные стали) и углерода (IF стали); более равномерном износе футеровки ковша. К установленным недостаткам химического подогрева стали в ковше следует отнести незначительное увеличение количества неметаллических включений и необходимость ограничения суммарного объема кислорода при производстве IF сталей; отсутствие возможности снижения содержания серы в стали, а также низкая стойкость наконечников погружных фурм для вдувания вглубь

расплава кислорода. С учетом преимуществ и недостатков отмеченных способов подогрева стали в ковше, по мнению авторов, перспективной является разработка специальной высокостойкой конструкции погружной фурмы и технологии ковшевой обработки, обеспечивающих совмещение процессов химического подогрева и десульфурации стали.

Предлагаемый процесс ковшевой обработки стали состоит в следующем. Алюминий в сталь вводится трайб-аппаратом из условия получения необходимого содержания последнего в металле в растворенном виде с учетом усвоения и требуемого повышения температуры металла и снижения содержания в нем серы.

Для продувки металла используется двухконтурная погружная фурма, включающая концентрично размещенные две стальные трубы с патрубками подвода к ним независимо регулируемых газопорошковых и газовых потоков. К поверхности внешней трубы прикреплена металлическая арматура, способствующая удерживанию футеровки, обычно, из высокоглиноземистого огнеупорного бетона, в том числе с наполнителем в виде игл из коррозионной стали. Фурма снабжена сменным наконечником, содержащим два сопла типа «труба в трубе». По внутренней трубе фурмы к наконечнику транспортируется в потоке несущего кислорода известь или смесь извести с плавиковым шпатом, а в зазоре между внешней и внутренней трубами подается аргон. В результате кислородно-порошковые струи истекают из наконечника фурмы и внедряются в объем металла в кольцевой оболочке защитного аргона, что способствует повышению стойкости фурменного устройства.

В пределах первичной реакционной зоны, образующейся при взаимодействии кислородно-порошковой, разбавленной аргоном, струи со сталью, получает преимущественное развитие экзотермическая реакция окисления растворенного алюминия с формированием жидкоподвижного шлака системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$  или  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaF}_2$ . Объемы этого шлака при своем всплывании в пределах вторичной реакционной зоны, формирующейся вверх вдоль ствола погружной фурмы, принимают участие в процессе десульфурации стали.

В случае отсутствия необходимости десульфурации стали подогрев последней осуществляется путем продувки кислородными струями в кольцевой оболочке аргона, что помимо повышения стойкости наконечника фурмы должно способствовать интенсификации удаления из расплава включений  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .