

**Белов Б.Ф., Троцан А.И., Бродецкий И.Л., Карликова Я.П.**

*(ИПМ НАН Украины, г. Киев; ГВУЗ ПГТУ, г. Мариуполь)*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ФЕРРОСПЛАВОВ И ЛИГАТУР**

Общие требования к ферросплавам и лигатурам для использования в сталеплавильном производстве можно ограничить следующими основными критериями. Первый - высокая плотность сплава по отношению к плотности покровного ковшевого шлака для снижения угара легирующих элементов сплава за счет окисления кислородом атмосферы при расплавлении (растворении) их на поверхности жидкой стали. Второй - высокая термодинамическая прочность промежуточных фаз компонентов сплава в твердом и жидком состояниях, что вытекает из анализа структурно-химического состояния диаграмм фазовых равновесий исходных компонентов и включает условия образования и характер плавления промежуточных фаз [1].

Конгруэнтное или инконгруэнтное плавление сплава происходит при постоянной температуре в сингулярной точке или в интервале температур между ближайшими сингулярными точками линии ликвидуса соответствующей квазибинарной системы, когда твердая фаза переходит в жидкое состояние без изменения или, наоборот, с изменением химического состава сплава.

При конгруэнтном плавлении в сингулярной точке, как это следует из теории МГС - фаз [2], образуется полиэдрическая жидкость, молекулярная структура которой наследуется от кристаллической и сохраняется при заданных температурах перегрева. Это обеспечивает термическую стабильность сплава в жидком состоянии, которая и определяет его химическую активность, кооперативный механизм растворения в металлическом расплаве и технологическую эффективность. При инконгруэнтном плавлении кристаллическая структура распадается при нагревании и в жидком состоянии образуются отдельные атомные структуры исходных компонентов сплава, активность которых определяется их индивидуальными химическими свойствами при эстафетном механизме растворения компонентов, когда теряется эффект комплексного рафини-

рования или легирования металлического расплава.

Стабильность ферросплавов (лигатур) в твердом состоянии, определяющая продолжительность и условия хранения, зависит от температуры образования промежуточных фаз, отвечающих их химическому составу. При температурах образования, равных температуре плавления, сплав при хранении распадается. При температуре образования ниже температуры плавления - сплав не распадается до этой температуры, и чем она ниже, тем выше его стабильность.

Следовательно, второе требование к сплавам - стабильность в твердом и жидком состоянии обеспечивается низкой температурой образования и конгруэнтной точкой плавления промежуточных фаз - интерметаллидов, отвечающих химическому составу сплава. Кроме того, при оптимизации состава сплава учитывают его технологическое назначение. При внепечной обработке стали проводят операции предварительного, промежуточного и окончательного раскисления, для которых используют, соответственно, низко-, средне- и высоколегированные сплавы; последние также и для раскисления шлака.

Применение изложенных представлений дало возможность разработать комплексные раскислители (сплавы ферросиликоалюминия) и модификаторы (сплавы ферросиликокальция) для замены дефицитных и дорогостоящих сплавов ферроалюминия, алюминия и силикокальция. Это позволило повысить технико-экономическую эффективность ковшевой обработки стали при высокой степени рафинирования металлического расплава: концентрация кислорода уменьшается на 900-1000 ppm, серы – на 300-350 ppm; одновременно наблюдается снижение на 1,5-2,0 балла уровня загрязненности стали неметаллическими включениями оксидов (оксисульфидов), их глобуляризация и измельчение.

Литература:

1. А.И. Троцан. О природе химической связи элементов в металлургических фазах / А.И. Троцан, Б.Ф. Белов // Изв. ВУЗов, ЧМ. - 2002. - №4.- С. 60-64.
2. А.И. Троцан. Основные положения теории МГС - фаз / [А.И. Троцан, Б.Ф. Белов., И.Л. Бродецкий] // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов.- Днепропетровск: ПГАСА, 2014.- Вып. 73.- С.- 15-19.