

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОСФОРА НА ПЛОТНОСТЬ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗА

Машнина Е.В. (МС-06М)*

Приазовский государственный технический университет

Известно, что поверхностные явления существенно влияют на окислительные реакции примесей в сталеплавильных процессах.

Цель проведенной работы - исследование термодинамических и физических свойств расплавов железо-фосфор.

Определение поверхностного натяжения расплавов железо-фосфор осуществлялось в ряде работ, в которых показано, что фосфор является поверхностно-активным элементом, который снижает поверхностное натяжение жидкого железа.

С целью подтверждения или опровержения данных, полученных в других работах, на кафедре металлургии стали Приазовского государственного технического университета была разработана установка и предложена методика, позволяющая изучить влияние фосфора на интересующие свойства железа.

В опытах использовали железо высокой степени чистоты, плотность чистого железа изменялась в интервале от 7,15 г/см³ до 7,2 г/см³. Концентрация фосфора, вводимого в расплаве железа, изменялась от 0,006 до 0,24. После введения примеси – плотность в интервале изучаемых концентраций изменялась незначительно.

Исследование проводили при температуре $t=1600^{\circ}\text{C}$, в печи в атмосфере очищенного аргона. При этом поверхностное натяжение чистого железа σ_{Fe} изменялось в интервале 1855-1860 Эрг/см².

В настоящее время для расчета величины капиллярной постоянной по размерам капли пользуются методикой, предложенной С.Н. Попелем. Этот способ отличается простотой и обеспечивает достаточную точность расчета экспериментальных значений поверхностного натяжения. Для определения поверхностного натяжения расплава Fe-P была использована именно эта методика.

При известных значениях плотности обеих фаз и экспериментально найденных размеров капли была найдена капиллярная постоянная a .

Так, при использовании данной методики, поверхностное натяжение изучаемого расплава было определено по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{\rho_{\text{Fe}} \cdot g}{a}$$

где ρ_{Fe} - плотность чистого железа, г/см³;

$g = 9,81, \text{см/с}^2$;

a – капиллярная постоянная, 1/с.

* Руководитель – д.т.н., профессор кафедры МС Харлашин П.С.

Результаты измерения величины поверхностного натяжения и других поверхностных свойств для сплавов железа с фосфором сведены в таблице.

Таблица. Поверхностные свойства сплавов железо-фосфор.

Концентрация фосфора, вес. %	Поверхностное натяжение σ , эрг/см ²	Краевой угол θ°	Адгезия W , эрг/см ²	Адсорбция на границе с газом, г. ат/см ²
0,006	1710	141	380	$0,74 \cdot 10^{-10}$
0,17	1710	142	400	$0,74 \cdot 10^{-10}$
0,2	1680	140	390	$0,74 \cdot 10^{-10}$
0,24	1720	141	400	$1,09 \cdot 10^{-10}$

Изменение поверхностного натяжения с увеличением содержания фосфора в расплаве с железом следующее: оно снижается от 1855-1860 эрг/см² для чистого исходного железа до 1680 эрг/см² для сплава, содержащего $\approx 0,2$ вес.% фосфора. При этом, стоит отметить, что в пределах первых значений интервала содержания фосфора снижение величины поверхностного натяжения железа происходит более интенсивно.

Следовательно, напрашивается вывод, что введение в железо фосфора сопровождается ослаблением межчастичных связей.

Поскольку электроотрицательность фосфора сравнительно выше электроотрицательности железа, то электроны соседних атомов железа стремятся сместиться к атомам фосфора. Таким образом, уменьшение когезии возникает в следствие ослабления взаимодействия между атомами железа и сочетаниями Fe-Fe-P.

Значения адсорбции фосфора, рассчитаны с помощью уравнения Гиббсам и также сведены в таблицу. Адсорбция увеличивается с ростом концентрации фосфора, но не достигает максимума. Поэтому, поверхностный слой расплава не достигает насыщения.

В пределах изученных концентраций фосфора, он не оказывает существенного влияния на адгезию фаз.

В результате исследований удалось сравнить расчетные и экспериментальные данные, получить ряд зависимостей, позволяющих более полно рассмотреть влияние фосфора на поверхностные свойства железа. Эти исследования позволили также определить величину адсорбции компонентов расплавов, краевой угол смачивания и адгезию.