

2. Kharlashin P.S. Closeness and free superficial energy of fusions of Fe-As. / P.S. Kharlashin, G.D. Molonov / News of AS USSR, Metals.-1977. - №3 - P.83-88. (Rus.)
3. Kharlashin P.S. Experimental decision of thermodynamics descriptions of fusions of the system of Fe-As/ P.S. Kharlashin, G.D. Molonov, Yu.I. Kirushkin // Journal physics-chemistry, 1983.-Vol.57, №8- P. 1901-1904.(Rus.)
4. С.С. 1772691 USSR, MKI G01M13/02. Method of decision of superficial properties of fusions and device for its realization / P.S. Kharlashin. №4754055/25; declared. 13.08.90; pub.30.10.92, Bul.№4. (Rus.)
5. Kharlashin P.S. Device for the complex decision of superficial properties of fusions / P.S. Kharlashin // Factory laboratory.- 1992.- №6.- P.34-37. (Rus.)

Рецензент: В.А. Маслов  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 20.11.2011

УДК 669.18: 621.746.5.047

©Харлашин П.С.<sup>1</sup>, Григорьева М.А.<sup>2</sup>, Гаврилова В.Г.<sup>3</sup>

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ МЫШЬЯКА В ЖИДКОМ ЖЕЛЕЗЕ АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*В работе выполнен анализ литературных данных и рассчитана активность мышьяка в системе железо - мышьяк при различных условиях. Установлена зависимость между поверхностным натяжением и расчетными значениями активности мышьяка расплавов Fe-As.*

**Ключевые слова:** энергия Гиббса, активность, поверхностное натяжение, свободная поверхностная энергия, теория регулярных растворов.

*Харлашин П.С., Григор'єва М.О., Гаврилова В.Г. Визначення активності миш'яка в рідкому залізі аналітичним методом. У роботі виконаний аналіз літературних даних та розрахована активність миш'яка в системі залізо- миш'як при різних умовах. Встановлено залежність між поверхневим натягненням та розрахунковими значеннями активності расплавів Fe-As.*

**Ключові слова:** енергія Гіббса, активність, поверхнєве натягнення, вільна поверхнева енергія, теорія регулярних розчинів.

**P.S. Kharlashin, M.O. Grigoreva, V.G. Gavrilova. Evaluation of arsenic's activity in liquid iron by analytical method.** *In the article the analysis of literary data and activity of arsenic was carried out and arsenic activity was evaluated inside iron--arsenic systems at different conditions. The dependence between surface tension and evaluated values of Fe-As melts' activity was determined.*

**Keywords:** *Gibb's energy, activity, surface-tension, free superficial energy, theory of regular solutions.*

**Постановка проблемы.** Недостаточная изученность физико-химических свойств и термодинамических характеристик железомышьяковистых расплавов при высоких температурах

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

не дает возможности прогнозировать поведение мышьяка в различных металлургических процессах и управлять качеством выплавки стали.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В литературных источниках отсутствуют данные по методике расчета активности мышьяка в жидких расплавах на основе железа по известным значениям поверхностного натяжения.

**Цель статьи.** Расчет основных физико-химических показателей мышьяка для определения его поведения в условиях окислительной плавки.

**Изложение основного материала.** Для расчета активности мышьяка при 1823 К по диаграмме плавкости системы Fe - FeAs и энергии Гиббса образования арсенида железа использована методика В.М. Чумарева и др. [1], согласно которой активность железа в расплавах Fe-As вычисляется по уравнению

$$\operatorname{tg} \alpha_{Fe} = -\frac{(T_0 - T) \cdot \Delta H_{пл}}{2,303 \cdot R \cdot T \cdot T_0} + \frac{T - T_0}{T} \cdot \lg N_{Fe}, \quad (1)$$

а активность FeAs- графическим интегрированием уравнения Дюгема-Маргулиса [1]

$$\operatorname{tg} f_{Fe-As} = -\int_0^{N_{As}} \frac{N_{Fe}}{N_{FeAs}} d \lg f_{Fe}. \quad (2)$$

Активность мышьяка в расплавах Fe-As вычислена по константе равновесия  $K_p$  реакции



для которой величины  $\Delta G_T$  и  $K_p$  равняются

$$\Delta G_T^o = -13040 + 3,2 \cdot T; \quad (3)$$

$$K_p = \frac{\alpha_{FeAs}}{\alpha_{Fe} \cdot \alpha_{As}} = 7,313. \quad (4)$$

И. Ниженко и Л. И. Флока [2] показали, что на основе экспериментальной зависимости свободной поверхностной энергии  $\sigma$  от состава можно оценить термодинамическую активность поверхностно-активного компонента в расплаве. При оценке активностей мышьяка по экспериментальной изотерме поверхностного натяжения допускали, что зависимость  $\sigma$  от состава сплава описывается уравнением А. А. Жуховицкого [3]:

$$\sigma = \sigma_{As} + \frac{n_{oAs} \cdot R \cdot T \cdot \ln \alpha_{As}^o}{\alpha_{As}} \quad (5)$$

Величина  $\sigma_{As}$ , в котором принята по расчетным данным Б. П. Бурылева [4].

Далее, по данным об активности мышьяка в объеме  $\alpha_{As}$  и поверхностном слое  $\alpha_{As}^o$  расплава находили совместным решением уравнения и соотношения функциональной связи активностей мышьяка в объеме и поверхностном слое растворов:

$$\frac{\alpha_{As}^o}{1 - (\alpha_{As}^o)^\beta} = \frac{\alpha_{As}}{1 - \alpha_{As}} \cdot \exp \frac{\sigma_{Fe} - \sigma_{As}}{n_{oAs} \cdot R \cdot T}, \quad (6)$$

где  $n_{oAs}$  - удельное количество молей As в поверхностном слое.

Рассчитанные таким образом величины активности мышьяка в расплавах Fe-As приведены в таблице 1.

Коэффициент активности мышьяка в расплавах системы железо - мышьяк удовлетворительно описывается также формулой теории регулярных растворов

$$R \cdot T \cdot \ln f_{As} = Q \cdot N_{Fe}^2, \quad (7)$$

где  $Q = -7,71$  кДж.

Таблица 1

Экспериментальные величины поверхностного натяжения и расчетные значения активности As в расплавах Fe – As

$N_{As}$	$C_{As}, \%$	$\sigma_{Fe-As}$ мДж/ м <sup>2</sup>	$\alpha_{Fe}$	$\alpha_{FeAs}$	$f_{As}$	$N_{As}$	$f_{As}$	$f_{As}^o$	$f_{As}$ (экспериментальные данные авторов)	$\beta^*$
0,010	1,0	1480	0,978	0,037	0,528	0,607	0,191	10,01	0,450	0,941
0,037	5,0	1140	0,901	0,150	0,514	0,624	0,262	14,76	0,605	0,925
0,076	10,0	920	0,853	0,308	0,561	0,648	0,310	14,06	0,659	0,908
0,116	15,0	913	0,813	0,357	0,570	0,672	0,624	8,98	0,665	0,892
0,157	20,0	863	0,716	0,448	0,600	0,697	0,716	6,20	0,683	0,859
0,199	25,0	830	0,575	0,608	0,720	0,722	0,615	4,79	0,715	0,840
0,242	30,0	759	0,420	0,726	0,940	0,853	-	-	0,787	0,800

$\beta^*$  - коэффициент вытеснения определен по методике [4].

#### Выводы

1. На основе анализа основных положений теории металлургических процессов эмпирически получено соотношение функциональной связи активности мышьяка в объеме и поверхностном слое раствора.
2. Расчитанный коэффициент активности мышьяка в расплавах системы Fe-As удовлетворительно описывается формулой регулярных растворов.
3. Расчеты параметров активности мышьяка в расплавах Fe-As, полученные в работе могут быть применены в практике дезарсенизации жидкой стали.

#### Список использованных источников:

1. Баум Б.А. Расчет активности компонентов в поверхностном слое жидких сплавов по известным значениям поверхностного натяжения / Б.А. Баум // Физическая химия металлургических расплавов: Тр. Ин-т металлургии УФ АН СССР. – Свердловск : 1971.- Ч.III.- С.47-51.
2. Ниженко В.И. Поверхностные свойства и характер взаимодействия в двойных расплавах на основе железа / В.И. Ниженко, Л.И. Флока // Физическая химия поверхности расплавов.- Тбилиси: 1977. – С.107-113.
3. Харлашин П.С. Плотность и свободная поверхностная энергия расплавов Fe-As. / П.С. Харлашин, Г.Д. Молонов // Изв. АН СССР, Металлы, 1977. - №3. С.83-88.
4. Бурyleв Б.П. Приближенный метод расчета поверхностного натяжения сплавов / Б.П. Бурyleв // Поверхностные явления в расплавах.- К. :Наукова думка, 1968.- С.80-86.

#### Bibliography:

1. Baum B.A. Calculation of activity of components in the superficial layer of liquid alloys on the known values of surface-tension / B.A. Baum // Physical chemistry of metallurgical fusions: W. Inst metallurgies AS USSR.-Sverdlovsk, 1971.- Part III.- P.47-51. (Rus.)
2. Nizhenko V.I. Superficial properties and character of co-operation in double fusions on the basis of iron of / V.I. Nizhenko, L.I. Floka // Physical chemistry of surface of fusions. - Tbilisi, 1977. – P.107-113. (Rus.)
3. Kharlashin P.S. Closeness and free superficial energy of fusions of Fe-As./P.S. Kharlashin, G.D. Molonov // News of AS USSR, Metals, 1977, - №3. – P.83-88. (Rus.)

4. Burylev B.P. The close method of calculation of surface-tension of alloys/ B.P. Burylev // The superficial phenomena in fusions.- К. :Naukova dumka,1968.- P.80-86. (Rus.)

Рецензент: В.А. Маслов  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 20.11.2011

УДК 669.18.032

©Харлашина О.А.<sup>1</sup>, Яценко А.Н.<sup>2</sup>

### ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА И ПЛОТНОСТЬ РАСПЛАВОВ ЖЕЛЕЗО-МЫШЬЯК

*В статье выполнен анализ зависимости плотности и поверхностного натяжения железомышьяковистых расплавов от концентрации мышьяка. Представлены данные поверхностных свойств расплавов Fe-As, рассчитана адсорбция мышьяка по Гиббсу и работа адгезии при различном содержании мышьяка в расплаве.*

**Ключевые слова:** *поверхностная энергия, адсорбция, межфазное натяжение, работа адгезии.*

*Харлашина О.А., Яценко А.М. Поверхневі властивості та щільність розплавів залізо-миш'як. У статті виконаний аналіз залежності щільності і поверхневого натягу залізомиш'яковистих розплавів від концентрації миш'яку. Наведені дані поверхневих властивостей розплавів Fe-As, розрахована адсорбція миш'яку по Гіббсу і робота адгезії при різному вмісті миш'яку в розплаві.*

**Ключові слова:** *поверхнева енергія, адсорбція, міжфазний натяг, робота адгезії.*

*O.A. Kharlashina, A.N. Yatsenk. Surface properties and density of iron-arsenic melts. In the article the analysis of dependence of density and surface-tension of iron-arsenic fusions upon the concentration of arsenic was determined. The article also contains the data of surface properties of Fe-As melt, arsenic adsorption was evaluated according to Gibbs, as well as adhesion work for various arsenic concentration in the melt.*

**Keywords:** *superficial energy, adsorption, interphase tension, work of adhesion.*

**Постановка проблемы.** Основой информации о строении расплавленных металлов и сплавов остаётся экспериментальное изучение их свойств и структуры. Поэтому при разработке рациональной технологии выплавки высококачественных марок сталей, их раскисления, модифицирования и внепечной обработки весьма актуальным вопросом являются исследования физико-химических свойств и термодинамических характеристик расплавов системы железо-мышьяк.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В последние несколько десятилетий значительно возрос интерес к поверхностным явлениям в металлургических расплавах. Об этом свидетельствует большое число экспериментальных и теоретических исследований, появившихся в литературе [1,2].

Наряду с опытными и теоретическими определениями поверхностных свойств расплавов известны обобщения, позволяющие математически описать изотермы натяжения.

**Целью настоящей работы явилось** экспериментальное и теоретическое изучение по-

<sup>1</sup> преподаватель высшей категории, Мариупольский колледж ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> ассистент, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь