

4. Декл. пат. Укр. на корис. модель 8626, МПК⁷ С 23 F 11/10. Інгібітор корозії / О.І.Сиза, О.М.Савченко, С.В.Гащенко. — Оpubл. 15.08.2005, Бюл. № 8.
5. Савченко О.Н., Сизая О.И. Использование модифицированных растительных масел в противокоррозионной защите стали // Эко-технологии и ресурсосбережение. — 2004. — № 4. — С. 14–18.
6. Гальченко Г.Ю., Выхрестюк Н.И., Чигиринец Е.Э., Стовпченко А.П. Исследование химического состава отходов масложировой промышленности // Там же. — 2005. — № 5. — С. 55–57.
7. Сизая О.И., Савченко О.Н., Королев А.А. Исследование защитного действия противокоррозионных материалов на основе продуктов растительного происхождения // Там же. — С. 34–39.
8. Пат. 82921 Укр., МПК⁸ С 23 F 11/10, 23 F 11/00. Інгібітор корозії сталі у водних середовищах / О.О.Корольов, О.І.Сиза, В.Р.Корольова. — Оpubл. 10.01.08, Бюл. № 1.
9. Решетников С.М. Ингибиторы кислотной коррозии. — Л. : Химия, 1986. — 144 с.
10. Сизая О.И., Косухина Л.Д., Чумаков В.А. и др. Ингибирующее действие бромидов 1,2-диарил-5,6-дигидроимидазо[2,1-в]тиазолия на кислотную коррозию стали // Журн. прикл. химии. — 1996. — Т. 69, №9. — С. 1501–1504.
11. Сизая О.И., Косухина Л.Д., Чумаков В.А. и др. Антиккоррозионные свойства некоторых производных 2-фениламино-4-метилтиазола // Там же. — 1998. — Т. 71, №4. — С. 621–624.
12. Гаммерман А.Ф. Курс фармакогнозии. — Л. : Медгиз, 1960. — 639 с.
13. Максютин Н.П., Комисаренко Н.Ф., Прокопенко А.П. и др. Растительные лекарственные средства. — Киев : Здоровье, 1985. — 280 с.
14. Сиза О.И., Савченко О.М., Смиян О.Д., Капітанчук Л.М. Наноструктурні процеси при інгібіторному захисті сталі модифікованою рослинною олією // Фізика і хімія твердого тіла. — 2006. — Т. 7, № 1. — С. 180–186.
15. Розенфельд И.Л., Персианцева В.П. Ингибиторы атмосферной коррозии. — М. : Наука, 1985. — 278 с.

Поступила в редакцию 25.03.09

Environmental Resources for Steel Corrosion Protection

Syza O.I., Savchenko O.N., Chelyabieva V.N., Mytyai N.I.

Chernigov State University of Technology

Steel anticorrosive activity of water extractions from agricultural crops agents such as garlic, onions, mustard and rape for prospecting of efficient and ecologically safe inhibitors on vegetable raw material basis is investigated. It is displayed that the extractions insertion into neutral corrosive environment (3 % NaCl) decreases steel corrosion by protective effect on 70–92 %. Vegetable inhibitors can make a successful competition with traditional synthetic inhibitors.

Key words: corrosion inhibitors, vegetable raw materials, chemical compound.

Received March 25, 2009

УДК 544.3.032.4

Обобщенный анализ углеродообмена в системах Н–О–С–(Сраств). Влияние активности углерода

*Бондаренко Б.И., Небесный А.А.,
Филоненко Д.С., Святенко А.М., Безуглый В.К.*

Институт газа НАН Украины, Киев

Рассмотрено влияние активности углерода на сложные газовые системы, открытые по углероду. Изучено влияние активности углерода в системе на границы углеродовыделения и границы углеродопоглощения. Показана возможность обобщенного анализа углеродообмена.

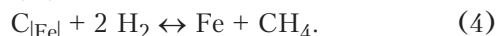
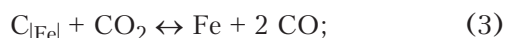
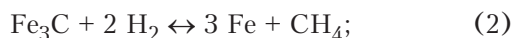
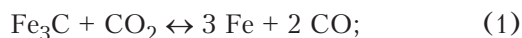
Ключевые слова: активность углерода, углеродосодержание, углеродовыделение, углеродопоглощение.

Розглянуто вплив активності вуглецю на складні газові системи, відкриті по вуглецю. Вивчено вплив активності вуглецю в системі на границі видалення вуглецю та границі поглинання вуглецю. Показано можливість узагальненого аналізу обміну вуглецю.

Ключові слова: активність вуглецю, вміст вуглецю, видалення вуглецю, поглинання вуглецю.

В статьях [1, 2] было введено понятие о сложных газовых системах (СГС), открытых по углероду. Было показано, что существует бесконечное число СГС, образованных атомами С, О и Н, которые в термодинамическом равновесии с $C_{\text{граф}}$ дадут при данных температуре и давлении один и тот же равновесный состав. Бесчисленное число таких СГС можно идентифицировать по соотношению $\phi = \text{Н}/\text{О}$, которое будет одинаково для неравновесных и равновесных СГС, и по степени углеродосодержания. Было доказано, что СГС с заданной величиной ϕ , одинаковых Р и Т имеют единственное значение равновесной степени углеродосодержания γ_p . При $\gamma_{\text{исх}} > \gamma_p$ исходная СГС будет выделять свободный углерод, а СГС с тем же значением ϕ , но имеющая $\gamma_{\text{исх}} < \gamma_p$, будет поглощать углерод до достижения того же самого, что и в первом случае значения γ_p . Значения γ_p являются координатами границы углеродовыделения — углеродопоглощения. Была показана возможность обобщенного анализа координаты γ_p для любых конкретных СГС системы С–Н–О.

Взаимодействие СГС со связанным или растворенным углеродом можно учесть на примере Fe через константы равновесия реакций типа:



При этом взаимодействии система содержит как минимум две конденсированные фазы: свободную или связывающую углерод; свободную от углерода. Необходимо учитывать, что в состоянии равновесия система СГС – $C_{\text{связ}}$ действительно содержит три фазы, число степеней свободы этой системы также равно трем. Это означает, что при заданных Р, Т и ϕ равновесное углеродосодержание γ_p будет однозначным для выбранного карбида металла. Для определения γ_p системы СГС – Me – карбид расчетные уравнения дополняются константой равновесия реакции типа (1) или (2) [3–5].

Система СГС – $C_{\text{раств}}$ при достижении равновесия не содержит свободной от углерода фазы, то есть ее необходимо рассматривать как двухфазную. В связи с этим число степеней свободы такой системы равно четырем, и ее равновесие определяется четырьмя независимыми параметрами. Четвертым параметром, кроме Р, Т и ϕ , в этом случае будет активность углерода a_C в растворе, определяемая из выражения

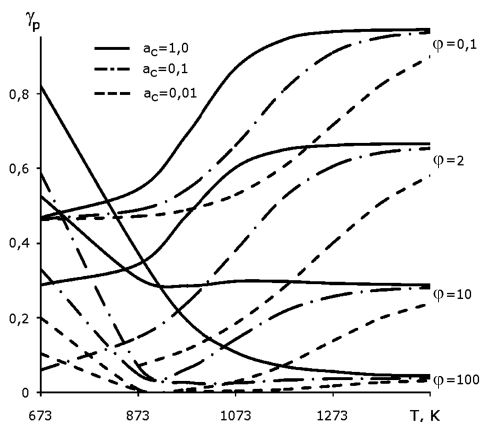
$$\mu_C(T, x_C) = \mu^0_C(T) + R T \ln a_C(T, x_C),$$

где μ_C — химический потенциал углерода в растворе; μ^0_C — химический потенциал чистого углерода в форме графита; x_C — концентрация (молярная доля) углерода в твердом растворе.

Понятие активности введено в термодинамику из формальных соображений. Иногда ее трактуют как меру стремления элемента поки-

Состав СГС и их равновесные углеродосодержания в равновесии с растворенным углеродом при Р = 1 атм, $\phi = 2$ и различных a_C и Т

Т, К	Равновесные значения, %					γ_p
	СО	CO ₂	H ₂	H ₂ O	CH ₄	
Активность $a_C = 0,01/0,10$						
873	0,839/3,405	8,774/14,469	18,358/31,510	72,018/50,198	0,014/0,417	0,071/0,148
1073	9,058/25,957	12,604/10,350	34,257/46,468	44,075/17,131	0,005/0,094	0,184/0,380
1273	30,394/46,061	7,201/1,654	44,791/49,324	17,612/2,939	0,002/0,022	0,402/0,608
1473	44,785/49,389	1,834/0,223	48,451/49,821	4,928/0,559	0,001/0,007	0,582/0,656
Активность $a_C = 0,40/0,04$						
873	7,560/1,970	17,829/12,111	38,292/25,966	33,857/59,839	2,463/0,113	0,241/0,110
1073	38,388/17,934	5,639/12,351	48,874/42,573	6,662/27,110	0,416/0,032	0,526/0,290
1273	48,951/41,667	0,467/3,383	49,706/48,416	0,787/6,525	0,089/0,008	0,651/0,547
1473	49,858/48,511	0,057/0,538	49,914/49,582	0,141/1,366	0,028/0,003	0,664/0,642



Зависимость $\gamma_p(T)$ для некоторых значений ϕ при $P = 1$ атм.

нуть конденсированную фазу [6]. Такое определение не раскрывает движущих сил процесса, однако использование активностей значительно упростило математическую разработку термодинамики растворов и послужило основой для обобщения и практического использования огромного экспериментального материала.

Полагая активность свободного углерода в форме графита равной единице, рассмотрим особенности равновесных состояний сложных газовых систем с углеродом, растворенным в металле, то есть при $a_C < 1$.

Из таблицы видно закономерное уменьшение γ_p с уменьшением a_C . Так, для ряда $a_C = 0,40; 0,10; 0,04$ и $0,01$ соответствующий ряд γ_p при температуре 1073 К имеет такой вид: 0,526; 0,380; 0,290; 0,184.

На рисунке представлены графики зависимостей $\gamma_p(T, \phi, a_C)$ для $P = 1$ атм. Цифры на кривых показывают значения равновесной активности углерода. Для сравнения приведены зависимости γ_p при $a_C = 1$, то есть для графита. Эти кривые, естественно, совпадают с кривыми, приведенными для равновесий СГС – С_{граф} в работах [1, 2]. Легко установить, что кривые для меньших активностей получаются

«расщеплением» кривых для $a_C = 1$ в направлении уменьшения γ_p . Причем, чем меньше a_C , тем больше уменьшение γ_p . С ростом температуры «расщепленные» кривые $a_C < 1$ стремятся сблизиться с кривыми для $a_C = 1$. Наглядность приведенных графических данных позволяет успешно использовать их при исследованиях и проектировании процессов восстановления и термообработки металлов.

В Институте газа создана программа GasAndSolid, с помощью которой можно рассчитать массив данных типа $\gamma_p = f(T, \phi, a_C)$. Достаточно задать активность углерода при определенных температуре и давлении, после чего программа может определить γ_p любой СГС.

Список литературы

1. Бондаренко Б.И., Небесный А.А., Филоненко Д.С., Святенко А.М. Обобщенный анализ углеродообмена в системах Н–О–С–(С_{граф}). 1. Влияние состава газовой фазы и температуры // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2007. – № 6. – С. 40–45.
2. Бондаренко Б.И., Небесный А.А., Филоненко Д.С., Святенко А.М. Обобщенный анализ углеродообмена в системах Н – О – С – (С_{граф}). 2. Влияние давления // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2009. – № 5. – С.
3. Бондаренко Б.И. Восстановление окислов металлов в сложных газовых системах. – Киев : Наук. думка, 1980. – 388 с.
4. Бондаренко Б.И., Курганский Н.П., Пекач В.Ф. Восстановительно-обезуглероживающий отжиг металлических порошков. – Киев : Наук. думка, 1991. – 328 с.
5. Степанов О.А. Исследования термодинамики и кинетики восстановления окислов железа метаном и газовыми смесями с его участием / Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1971. – 20 с.
6. Даркен Л.С., Гурри Р.В. Физическая химия металлов. – М. : Металлургиздат, 1960. – 522 с.

Поступила в редакцию 17.08.09

The Generalized Analysis of Carbon Interchange in Н–О–С–(С_{solv}) Systems. Carbon Activity Influence

Bondarenko B.I., Nebesniy A.A., Filonenko D.S., Svyatenko A.M., Bezuglyi V.K.

The Gas Institute of NASU, Kiev

The pressure influence on compound gas systems opened for carbon exchange is considered. The pressure influence on carbon extraction – carbon absorption border is investigated. The possibility of the analysis of carbon exchange is demonstrated.

Key words: carbon activity, carbon content, carbon extraction, carbon absorption.

Received August 17, 2009