



РЕЦЕНЗИЯ

на монографию Зубова В. Л. и Гасика М. И.

«Электрометаллургия ферросилиция»

(Днепропетровск, ГНПП «Системные технологии», 2002. — 704 с.)



Научная и научно-технологическая литература по современной электрометаллургии пополнилась вышедшей в конце 2002 г. новой монографией «Электрометаллургия ферросилиция» академика М. И. Гасика в соавторстве с канд. техн. наук В. Л. Зубовым. Как и предыдущие монографии М. И. Гасика, изданные без соавторов («Марганец». — М.: Металлургия, 1992. — 607 с.) и в соавторстве с академиком РАН Н. П. Лякишевым («Металлургия хрома». — М.: ЭЛИЗ, 1999. — 582 с.), новая монография представляет собой как по содержанию обобщенного и проанализированного в ней научного материала, так и технологическому назначению и практическим рекомендациям весомый труд ученых и специалистов электроферросплавного производства.

Особенность архитектуры настоящей рецензии состоит в том, что сначала приведено краткое резюме — анализ содержания монографии, а затем отмечены наиболее важные решения, полученные авторами в аспекте актуальности проблемы электропечного ферросилиция.

В 28 главах монографии обобщены и проанализированы литературные данные и результаты исследований ее авторов по физико-химии процессов и технологии производства одного из наиболее энергоемких и крупнотоннажных ферросплавов —

электропечного ферросилиция элитных марок ФС45, ФС65, ФС70 и ФС75.

Как известно, мировое производство ферросилиция, в пересчете на содержащийся в нем кремний, в 2001 г. составило 2,654 млн т, в том числе в Украине 143,53 тыс. т. При условно среднем удельном расходе электроэнергии для получения 1 т кремния около 12 тыс. кВт·ч на двух заводах Украины (Стахановском и Запорожском), производящих ферросилиций, в 2001 г. было израсходовано около 1,72 млрд кВт·ч электроэнергии.

Это обстоятельство обуславливает актуальность издания книги, в которой был обобщен опыт производства ферросилиция, накопленный ферросплавной промышленностью, и выявлены основные пути повышения конкурентоспособности ферросилиция за счет улучшения его качества и экономии энергетических ресурсов.

В монографии проанализированы новые данные о свойствах кремния, фазовых равновесиях и термодинамических превращениях в базовой системе Fe–Si, реологических свойствах сплавов. Рассмотрены взаимодействия в системах Si–O, Si–C, Si–O–C и Fe–Si–O–C, различные физико-химические модели процессов, происходящих в ферросилициевых печах, а также геометрические параметры ванн и электрические режимы выплавки ферросилиция.

Изложены свойства и полиморфизм кремнезема, геолого-минералогические характеристики месторождений кварцитов, естественная радиоактивность кварцитов. Освещена общая характеристика ископаемых углей, углеродистых восстановителей, а также результаты опытно-промышленных испытаний различных восстановителей при выплавке ферросилиция. Эти данные особенно актуальны, поскольку в настоящее время кокс получают путем коксования самых различных видов углей, что отрицательно влияет на удельное электросопротивление и реакционную способность коксика-восстановителя и, следовательно, на удельный расход электроэнергии.

В достаточном объеме и с надлежащей достоверностью изложены данные исследований фазового состава и свойств шлаков ферросилиция, их естественной радиоактивности и путей утилизации. Представлены результаты обобщения и анализа данных о процессах и способах ковшевого рафинирования ферросилиция от регламентированных стандартом примесей. Приоритет разработки и промышленного применения этого способа закреплен авторскими свидетельствами М. И. Гасика с соавторами.



Обобщены результаты энергодисперсионных рентгеноспектральных исследований составов избыточных фаз в структуре слитков ферросилиция и описано явление их саморассыпания с выделением ядовитых газов фосфина PH_3 и арсина AsH_3 . Рассмотрены особенности технологии выплавки ферросилиция со щелочно-земельными и другими металлами. Представлены материалы по механизированной разливке ферросилиция и дробильно-сортировочному оборудованию для получения фракционированного ферросилиция. Рассмотрены экологические вопросы улавливания, очистки и использования колошниковых газов, утилизации кремнеземистой тонкодисперсной пыли, а также некоторые актуальные вопросы использования ферросилиция в сталеплавильном производстве, для раскисления и легирования стали различного способа выплавки и функционального назначения.

Таким образом, из приведенного следует, что в монографии поставлен и получен конкретное решение ряд задач в области теории и технологии производства ферросилиция. Обобщенные в монографии материалы охватывают почти полувековой период активного становления ферросплавной промышленности в послевоенные годы, развитие теории, научных поисков и разработки новых и совершенствования действовавших технологий и электропечного оборудования для производства ферросилиция. При этом следует отметить, что в эти годы материалы исследований постоянно освещались в журнальных изданиях, сборниках научных трудов институтов и ферросплавных заводов. Вместе с тем, книги, аналогичные рецензируемой монографии «Электротемаллургия ферросилиция», как в отечественной, так и зарубежной литературе не издавались. Важно отметить, что авторы привели в монографии и материалы исследований, выполненные ими в последние 5 лет.

В связи с этим отмечу наиболее важные в научном и технологическом аспектах результаты теоретических и экспериментальных исследований.

1. Разработана термодинамическая модель с математическим описанием физико-химических процессов восстановления кремния из кремнезема углеродом с учетом содержания в газовой фазе печного реакционного объема водорода (азота). Гипотеза о необходимости учета наличия водорода (азота) в реакционной подэлектродной полости ванны ферросилициевой печи и влияния парциального давления этих газов на смещение термодинамического равновесия совокупности реакций в системах Si-O-C и Fe-Si-O-C впервые научно обоснована М. И. Гасиком и получила развитие в его работах с соавторами. Как показали расчеты, учет парциального давления водорода (азота) в газовой фазе смещает температуры равновесия реакций, приводящих к получению промежуточных продуктов (SiO , SiC) и ферросилиция, от 20 до 70 градусов ниже температур без учета влияния $\text{H}_2(\text{N}_2)$.

2. С применением новейшей аппаратуры для физико-химических исследований и методики дифференциальной сканирующей калориметрии, совмещенной с гравиметрией, определены с высокой точностью и достоверностью численные значения энтальпии ферросилиция при различных температурах,

а также термодинамические характеристики фазовых превращений при нагревании (охлаждении) ферросилиция элитных марок (ФС45, ФС65 и ФС70). Эти данные имеют важное значение для расчетов раскисления и легирования стали и сплавов ферросилицием, особенно при внепечных методах.

3. Впервые экспериментально определены в плоскости свежих изломов образцов ферросилиция различных марок химические составы избыточных фаз выделения в микроструктуре слитков ферросилиция, содержащие фосфор и мышьяк, что позволило выяснить механизм явления саморассыпания слитков ферросилиция с выделением наиболее сложных промышленных ядовитых газов фосфина PH_3 и арсина AsH_3 .

4. Впервые приведена экспериментально определенная естественная радиоактивность исходных шихтовых компонентов и научно обосновано концентрирование радионуклидов Ra, Th и K в печном шлаке, вследствие чего удельная активность оксидной части гетерогенного шлака в 2–3 раза превышает рекомендуемые нормы (370 Бк/кг) для безопасной работы с переработкой минеральных видов сырья. Результаты этих исследований необходимо учитывать при переплавных процессах отвалных гетерогенных шлаков с целью извлечения включений ферросилиция и карбида кремния, что сопровождается повышением удельной радиоактивности остатков оксидной части шлака.

5. Для промышленной практики также важны обоснованные в монографии рекомендации на основании длительных промышленных опытов о возможности при дефиците кокса-орешка использования антрацита и длиннопламенных углей в составе шихты для выплавки ферросилиция.

Изложенные в монографии важные выводы и положения позволяют отметить, что поставленная авторами задача создания монографии достигнута. Это отмечают и авторы двух предисловий, помещенных в книгу: академика РАН Н. П. Лякишева и Героя Социалистического труда бывшего директора Никольского завода ферросплавов Б. Ф. Величко.

Важно отметить, что в монографии использованы материалы Международных конгрессов по ферросплавам INFACON-97 (Норвегия), INFACON-999 (RYH), INFACON-2001 (Канада), что дает возможность широкому кругу отечественных исследователей и специалистов ознакомиться с достижениями в области теории и технологии электротермического ферросилиция.

В заключение отмечу, что монография предназначена не только для исследователей, но и аспирантов, магистров и студентов старших курсов высших учебных заведений горно-металлургического профиля. Обширный библиографический список (49 наименований) позволил авторам отметить вклад многих отечественных и зарубежных исследователей в решение отдельных задач общей проблемы «ферросилиций», а также дает возможность читателям пополнить данные по тем или иным направлениям путем самостоятельной работы с первоисточниками.

Г. Г. Ефименко