



Российская Академия Наук

Институт физической химии
и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН

В.А. ГРАЧЕВ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
ПЛАВКИ ЧУГУНА**

МОСКВА, 2016



Российская Академия Наук

В.А. Грачев

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАВКИ ЧУГУНА

«Ноосфера»

УДК 669.16.017
ББК 34.323
ISBN 978-5-9907508-4-5

Грачев В.А. Физико-химические основы плавки чугуна. Издание 3-е, переработанное и дополненное.

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН

ISBN 978-5-9907508-4-5

В монографии изложены общая физико-химическая характеристика процессов вторичной плавки чугуна, состав и свойства фаз, участвующих в плавке, термодинамическая характеристика процесса плавки. Рассмотрены электрохимический механизм, кинетика и массопередача при плавке чугуна, приведены результаты физико-химических исследований металлургических процессов, происходящих при плавке чугуна. Первое издание книги вышло в Пензенском политехническом институте в 1979 году, второе – в Саратовском государственном университете в 1981 году.

В настоящем издании дополнены сведения о наноструктурных процессах, происходящих при плавлении и затвердевании чугуна, добавлены данные новых исследований в области физической химии технологии плавки чугуна в литейном производстве и результаты внедрения прогрессивных процессов плавки в литейное производство.

Рецензенты: Академик РАН Мясоедов Борис Федорович и Президент Национальной ассоциации литейщиков России, доктор технических наук, профессор, Дибров Иван Андреевич.

УДК 669.16.017
ББК 34.323

© Грачев В.А.

© Пензенский политехнический институт, 1979

© Саратовский государственный университет, 1981

© Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ВТОРИЧНОЙ ПЛАВКИ ЧУГУНА.....	5
1.1. Обобщенная модель плавильного агрегата.....	5
1.2. Классификация межфазных взаимодействий при плавке.....	7
1.3. Характеристика процессов и основные параметры плавки чугуна в различных плавильных агрегатах.....	10
ГЛАВА 2. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ФАЗ, УЧАСТВУЮЩИХ В ПРОЦЕССАХ ПЛАВКИ ЧУГУНА.....	19
2.1. Представления о строении вещества применительно к процессам плавки чугуна.....	19
2.2. Строение и свойства твердых фаз.....	21
2.3. Строение и свойства жидкого чугуна.....	32
2.4. Строение и свойства жидких шлаков.....	45
2.5. Строение и свойства газовой фазы.....	60
ГЛАВА 3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПЛАВКИ ЧУГУНА.....	64
3.1. Термодинамическая характеристика системы.....	64
3.2. Термодинамика образования-диссоциации окислов, сульфидов, фторидов, карбонатов.....	66
3.3. Термодинамический анализ окисления элементов чугуна в реальных условиях плавильных агрегатов.....	73
3.4. Основные положения неравновесной термодинамики.....	105
3.5. Связь термодинамических характеристик с электронным строением фаз.....	109
ГЛАВА 4. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПЛАВКИ ЧУГУНА.....	112
4.1. Электрохимическая характеристика окислительно-восстановительных процессов плавки чугуна.....	112
4.2. Электролиз расплавленных шлаков, характерных для плавки чугуна.....	115
4.3. Роль электролиза при электрошлаковой обработке чугуна.....	124

4.4. Воздействие электрического поля на содержание азота в чугуна.....	130
4.5. Электрохимическое раскисление чугуна.....	136
4.6. Электрохимическая характеристика тигельной реакции.....	139
4.7. Связь процессов взаимодействия фаз с электронным строением.....	143
ГЛАВА 5. КИНЕТИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЛАВКЕ ЧУГУНА.....	149
5.1. Кинетика гетерогенных процессов и массопередача.....	149
5.2. Электрохимическая кинетика взаимодействия металлургических фаз.....	153
5.3. Особенности массообмена при вторичной плавке чугуна.....	158
5.4. Анализ взаимодействия фаз по зонам и периодам плавки.....	161
ГЛАВА 6. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НОВЫХ ВИДАХ ПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.....	180
6.1. Общая характеристика плавки чугуна в газовой вагранке.....	180
6.2. Влияние состава холостой огнеупорной колоши на температуру чугуна и утары элементов.....	181
6.3. Массопередача в газовых вагранках.....	185
6.4. Влияние электрического поля на утары элементов при плавке чугуна в газовой вагранке.....	192
6.5. Массопередача при электрошлаковой обработке (ЭШО) чугуна.....	193
6.6. ЭШО чугуна, выплавленного в газовой вагранке.....	197
6.7. Получение в электрошлаковой печи чугуна из чугунной и стальной стружки.....	201
6.8. Получение в электрошлаковой печи чугуна из неметаллизированных окатышей.....	204
ГЛАВА 7. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВКИ И ЭКОЛОГИЯ.....	208
7.1. Современное состояние литейного производства.....	208
7.2. Экология литейного производства.....	211
7.3. Внедрение газовых вагранок и электроплавки – путь решения экологических проблем литейного производства.....	214
Литература.....	227