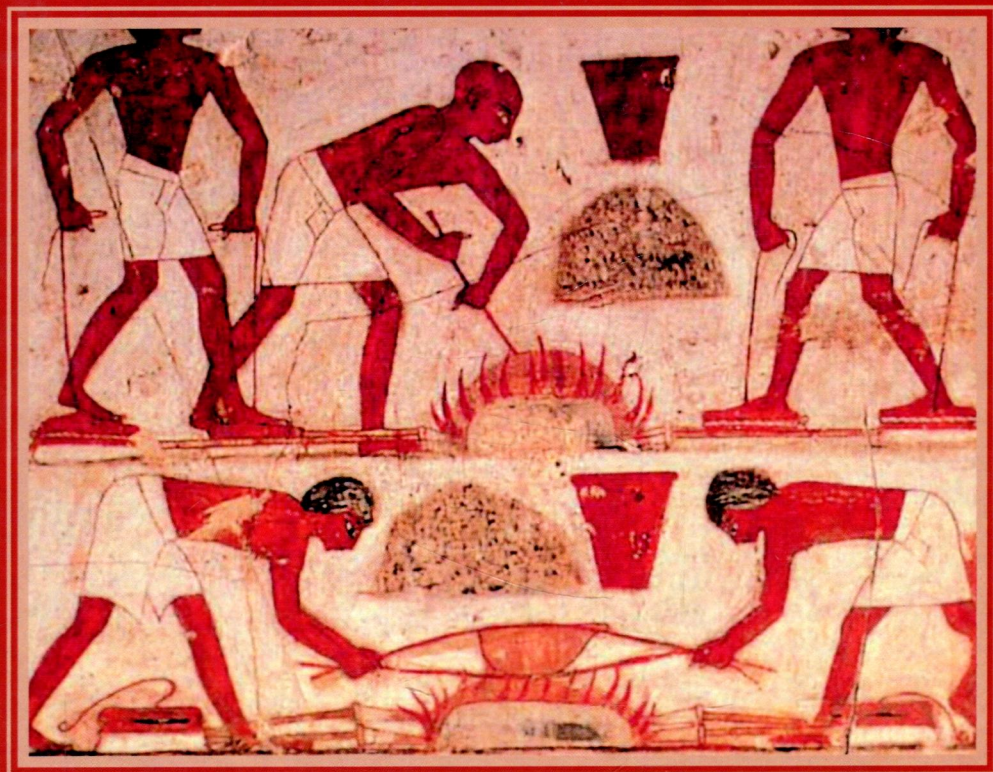


С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев



МОДИФИЦИРОВАНИЕ ГРАФИТИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ ЧУГУНОВ

С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ГРАФИТИЗИРОВАННЫХ
КОНСТРУКЦИОННЫХ ЧУГУНОВ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 620.17+669.131

ББК 34.22

Д13

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры технологии материалов, надежности, ремонта машин и оборудования Брянской государственной сельскохозяйственной академии *В. Я. Коршунов*;
кандидат технических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой технологии конструкционных материалов и ремонта машин Брянской государственной инженерно-технологической академии *В. В. Камынин*

Давыдов, С. В.

Д13 Модифицирование графитизированных конструкционных чугунов : учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 208 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0621-5

Рассматриваются основополагающие, базовые практические и теоретические вопросы модифицирования расплава чугуна. Приводятся сведения по используемым материалам и технологическим способам обработки для получения всех типов чугунов.

Для студентов и аспирантов литейных и металлургических специальностей. Может быть полезно инженерно-техническим работникам чугунолитейных производств и предприятий.

УДК 620.17+669.131

ББК 34.22

ISBN 978-5-9729-0621-5

© Давыдов С. В., Болдырев Д. А., 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Модифицирование графитизированных конструкционных чугунов	5
1.1. Понятие модифицирования и его специфика	5
1.2. Механизмы формирования и роста включений графита.....	8
1.2.1. Графитообразование в ВЧ.....	9
1.2.2. Графитообразование в СЧ.....	11
1.3. «Старение» модифицирующего эффекта	12
1.4. Составы графитизирующих модификаторов	14
1.5. Выбор модификаторов для СЧ и вторичного графитизирующего модифицирования ВЧ.....	16
1.5.1. Алюмосодержащий ферросилиций	20
1.5.2. Барийкальцийсодержащий ферросилиций	23
1.5.3. Экономичный барийкальцийсодержащий ферросилиций.....	25
1.5.4. РЗМ-содержащий ферросилиций	28
1.5.5. Комплекснолегируванный ферросилиций	32
1.5.6. Ферросиликостронций.....	35
1.5.7. Ферросиликостронций с цирконием	40
1.5.8. Ферросиликокальций с церием и алюминием, активными серой и кислородом	42
1.5.9. Ферросиликоцирконий с кальцием	46
1.6. Рекомендуемый химический состав СЧ	49
Глава 2. Модификаторы для СЧ, ВЧ и ЧВГ	51
2.1. Выбор сфероидизирующих модификаторов для ВЧ.....	51
2.2. Усвоение магния и изменение расхода модификатора при ковшевом модифицировании ВЧ	52
2.3. Общие сведения о ФСМг.....	55
2.4. ЧВГ и модификаторы для его получения	61
2.5. Магний и сера в ВЧ.....	73
2.6. Изменение содержания магния при выдержке расплава высокопрочного чугуна.....	74
2.7. Рекомендуемый химический состав ВЧ	77
Глава 3. Технологии модифицирования чугунов	79
3.1. Способы графитизирующего модифицирования чугунов.....	79
3.1.1. Ковшевое модифицирование	79
3.1.2. Модифицирование в струе	80
3.1.3. Модифицирование в литейной форме	83
3.2. Процессы обработки расплава чугуна магнием.....	83

3.2.1. «Сандвич»-процесс с карманом.....	89
3.2.2. Ковш с крышкой.....	93
3.2.3. Альтернативные варианты ковша с промежуточной крышкой.....	96
3.2.4. Внутриформенное модифицирование	102
Глава 4. Литейные дефекты в чугунах	107
4.1. Основные литейные дефекты в ВЧ	107
4.2. Ухудшение морфологии ССГ в ВЧ	107
4.3. Десульфурация чугунов.....	112
4.4. Водородная пористость в чугунах.....	115
4.5. Алюминий в чугунах	117
4.6. Азотная пористость в чугунах	120
4.7. Окись-углеродная газовая пористость в СЧ.....	122
4.8. Шлаковые включения в СЧ.....	123
4.9. Магнийсодержащие шлаковые включения в ВЧ	125
4.10. Усадочная пористость	127
Глава 5. Сохранение тепла жидкого чугуна	134
Глава 6. Отбор проб расплава чугуна	137
6.1. Сегрегация основных элементов	138
6.2. Флотация частиц по закону Стокса.....	138
6.3. Пробоотбор: рекомендации и особенности.....	139
Глава 7. Распределение шлаковых фаз при модифицировании и разливке ВЧ	140
Глава 8. Окисление ферросилициевых сплавов при хранении	143
Список литературы.....	144
Приложение 1. Основные типы современных модификаторов для чугуна и стали	145
Приложение 2. Технология управления наноструктурным состоянием железоуглеродистых расплавов	156
Приложение 3. О формировании различных форм графита в чугуне.....	170
Приложение 4. Гипотезы о кристаллизации шаровидного графита.....	188