



А. И. Туяхов, В. Л. Жук, А. И. Ярмоленко,
А. А. Мельник, В. Н. Елагин

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ ВАГРАНОЧНОЙ ПЛАВКИ

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ ВАГРАНОЧНОЙ ПЛАВКИ

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2022

УДК 621.74
ББК 34.323
Т33

Авторы:

А. И. Туяхов, В. Л. Жук, А. И. Ярмоленко, А. А. Мельник, В. Н. Елагин

Рецензенты:

д. т. н., проф., зав. отделом высокопрочных чугунов
Физико-технологического института металлов и сплавов НАН Украины

Бубликов Валентин Борисович;

д. т. н., проф., зав. кафедрой литейного производства
Национальной металлургической академии Украины

Хрычиков Валерий Евгеньевич

Т33 **Теория и практика современной ваграночной плавки** : монография / [А. И. Туяхов и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 248 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0789-2

Изложены современные представления о процессах плавки чугуна в коксовых и коксогозовых вагранках с применением различных методов интенсификации и внепечной обработки жидкого чугуна. Особое внимание уделено конструкциям большегрузных вагранок с непрерывным длительным режимом работы с использованием химического и физического тепла ваграночных газов и современными способами их очистки. Рассмотрены способы повышения качества чугуна путем десульфурации, модифицирования, фильтрации металла при разливке. Рассмотрены причины возникновения аварийных ситуаций, методы их предотвращения и устранения, а также вопросы автоматизации ваграночного процесса.

Для научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области технологии литейного производства, а также для студентов вузов старших курсов металлургических специальностей.

УДК 621.74
ББК 34.323

ISBN 978-5-9729-0789-2

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Шихтовые материалы и топливо | 6 |
| 1.1. Доменные чушковые чугуны | 7 |
| 1.2. Вторичные металлы | 9 |
| 1.3. Флюсы | 11 |
| 1.4. Ферросплавы и модификаторы | 13 |
| 1.5. Топливо | 19 |
| 1.6. Методика расчета ваграночных шихт | 27 |
| Глава 2. Конструкции вагранок | 37 |
| 2.1. Основные типы вагранок | 37 |
| 2.2. Конструкции коксовых вагранок | 39 |
| 2.3. Конструкции коксогозовых вагранок | 44 |
| 2.4. Основные системы очистки колошниковых газов | 49 |
| 2.5. Воздуходувные средства | 66 |
| Глава 3. Физико-химические особенности процессов при плавке чугуна в вагранке | 76 |
| 3.1. Общая характеристика процессов плавки | 76 |
| 3.2. Тепломассообменные процессы при горении твердого топлива в коксовой вагранке | 78 |
| 3.3. Особенности физико-химических процессов в коксогозовых вагранках | 84 |
| Глава 4. Технологические особенности процесса плавки чугуна в вагранке | 89 |
| 4.1. Плавка чугуна в коксовых вагранках | 89 |
| 4.2. Плавка чугуна в коксогозовых вагранках | 98 |
| Глава 5. Методы повышения эффективности ваграночной плавки | 102 |
| 5.1. Применение подогрева ваграночного дутья | 102 |
| 5.2. Использование природного газа | 118 |
| 5.3. Применение кислорода при плавке чугуна в вагранке | 122 |
| 5.4. Интенсификация ваграночной плавки с использованием комбинированных источников тепла | 125 |
| 5.5. Использование плазматронов в ваграночном процессе | 128 |
| 5.6. Использование металлических, углеродсодержащих брикетов и карбида кальция | 129 |
| 5.7. Перегрев ваграночного чугуна вне вагранки | 136 |
| Глава 6. Дутьевой режим ваграночной плавки | 146 |

| | |
|--|-----|
| Глава 7. Шлак в ваграночном процессе | 154 |
| 7.1. Источники образования шлака | 154 |
| 7.2. Физико-химические свойства ваграночных шлаков | 155 |
| 7.3. Влияние состава ваграночного шлака на качество чугуна и стойкость футеровки | 160 |
| 7.4. Утилизация ваграночных шлаков | 168 |
| Глава 8. Влияние химических элементов и газов на качество чугуна | 170 |
| 8.1. Влияние химических элементов на основные свойства чугунов | 170 |
| 8.2. Состав и свойства серого чугуна | 175 |
| 8.3. Состав и свойства высокопрочного чугуна | 177 |
| 8.4. Состав и свойства ковкого чугуна | 182 |
| 8.5. Влияние содержания газов в чугуне на его качество | 185 |
| 8.5.1. Факторы, влияющие на газонасыщенность чугуна | 185 |
| 8.5.2. Влияние водорода на качество чугуна | 189 |
| 8.5.3. Влияние кислорода и азота на свойства чугуна | 190 |
| Глава 9. Футеровка вагранок | 193 |
| Глава 10. Внепечная обработка ваграночного чугуна | 199 |
| 10.1. Цель и методы внепечной обработки чугуна | 199 |
| 10.2. Десульфурация ваграночного чугуна | 200 |
| 10.3. Модифицирование чугуна | 204 |
| 10.4. Фильтрация чугуна через керамические фильтры | 208 |
| Глава 11. Экологические аспекты ваграночного процесса | 210 |
| 11.1. Источники вредных выбросов и их характеристика | 210 |
| 11.2. Способы очистки колошниковых газов | 213 |
| Глава 12. Контроль и регулирование ваграночной плавки | 217 |
| Глава 13. Аварийные ситуации при плавке чугуна в вагранках и меры по их устранению | 224 |
| 13.1. Прогары конструктивных элементов вагранки | 224 |
| 13.2. Аварийные ситуации при движении шихтовых материалов в вагранке | 228 |
| 13.3. Попадание воды в рабочее пространство вагранки | 231 |
| 13.4. Разгар чугунной и шлаковой леток | 233 |
| 13.5. Нарушения при использовании коксогозового режима плавки в вагранке | 234 |
| 13.6. Неполадки в технологическом процессе плавки чугуна и в системе газоочистки | 235 |
| Перечень ссылок | 238 |