

А. П. ФИРСТОВ

# ПЛАВИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ



«Инфра-Инженерия»

**А. П. ФИРСТОВ**

# **ПЛАВИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ**

*Рекомендовано Методическим советом  
Нижнетагильского технологического института (филиала) УрФУ  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина  
в качестве учебно-методического пособия  
по дисциплинам «Производство отливок из чугуна и стали»  
и «Производство отливок из цветных металлов»  
для студентов всех форм обучения специальности  
«Литейное производство черных и цветных металлов»*

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2023

УДК 621.742.5  
ББК 34.6  
Ф62

Рецензенты:

и. о. начальника металлургического производства  
ОАО «НПК „Уралвагонзавод“ *Е. В. Лутохин*;  
директор ОАО «Уральский научно-технологический комплекс» *А. В. Потапов*

**Фирстов, А. П.**

**Ф62** Плавильные агрегаты : учебно-методическое пособие / А. П. Фирстов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 104 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-1458-6

Представлен обзор по основным плавильным агрегатам. Содержится информация по получению сплавов в различных плавильных агрегатах. Приведены контрольные вопросы для закрепления учебного материала. Даны методики расчета основных параметров плавильных агрегатов литейных цехов, необходимые при выполнении практических и лабораторных работ.

Для студентов специальности «Литейное производство черных и цветных металлов». Может быть полезно студентам других направлений при выполнении ими работ в рамках практических занятий, курсового и дипломного проектирования.

УДК 621.742.5  
ББК 34.6

ISBN 978-5-9729-1458-6

© Фирстов А. П., 2023  
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023  
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>ГЛАВА 1. ВЫБОР ПЛАВИЛЬНОГО АГРЕГАТА</b> .....	7
<b>ГЛАВА 2. ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ</b> .....	13
2.1. Производство стали в конвертерах .....	13
2.1.1. Бессемеровский и томасовский процессы.....	13
2.1.2. Кислородно-конвертерный процесс с верхней продувкой.....	15
2.1.3. Кислородно-конвертерный процесс с донной продувкой.....	18
2.1.4. Конвертерный процесс с комбинированной продувкой.....	19
2.2. Производство стали в мартеновских печах .....	19
2.2.1. Выплавка стали в мартеновских печах.....	19
2.2.2. Печи для дуплекс- и триплекс-процессов .....	25
2.3. Производство стали в электропечах.....	25
2.3.1. Электродуговые печи .....	25
2.3.1.1. Дуговые печи на переменном токе.....	27
2.3.1.2. Дуговые печи на постоянном токе .....	27
2.3.1.3. Выплавка стали в кислых электродуговых печах.....	28
2.3.1.4. Выплавка стали в основных электродуговых печах .....	30
2.3.1.5. Выплавка стали в вакуумных дуговых печах .....	38
2.3.1.6. Плазменно-дуговая плавка.....	40
2.3.1.7. Плавка с рафинированием в ковше печным шлаком .....	42
2.3.1.8. Дуговые печи косвенного нагрева.....	42
2.3.2. Индукционные печи .....	43
2.3.2.1. Выплавка стали в индукционной печи .....	43
2.3.2.2. Производство стали в вакуумных индукционных печах .....	45
2.3.2.3. Раздаточно-подогревательные печи.....	46
2.3.3. Электронно-лучевые плавильные печи .....	47
2.3.4. Печь электрошлакового переплава .....	48
<b>ГЛАВА 3. ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА И ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ</b> .....	50
3.1. Производство чугуна в вагранке .....	51
3.2. Пламенные или отражательные печи.....	55
3.3. Печи сопротивления .....	56
3.4. Тигельные печи .....	58

<b>ГЛАВА 4. МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ ПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ .....</b>	<b>61</b>
4.1. Расчет рекуператора.....	61
4.2. Расчет вагранки .....	69
4.3. Расчет дуговой печи.....	75
4.4. Расчет индукционной тигельной печи .....	77
4.5. Расчет канальной печи.....	82
4.6. Расчет нагревательных печей .....	86
4.7. Расчет сушил.....	91
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>95</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>96</b>
Приложение 1 .....	96
Приложение 2 .....	97
Приложение 3 .....	98
Приложение 4 .....	100
Приложение 5 .....	100
Приложение 6 .....	101
Приложение 7 .....	101