

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Л.П. ГОРЕВА

# ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОДУГОВЫЕ УСТАНОВКИ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2008

УДК 621.365 (075.8)  
Г 686

***Инновационная образовательная программа НГТУ  
«Высокие технологии»***

Рецензенты:

*А.В. Плохов*, канд. техн. наук, доц.,  
*Э.К. Урбах*, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник  
Института теплофизики СО РАН

**Горева Л.П.**

Г 686     Электротехнологические установки и системы. Электродуговые установки : учеб. пособие для вузов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2008. – 112 с.

ISBN 978-5-7782-1096-7

Предлагаемое учебное пособие составлено по конспекту лекций курса «Электродуговые установки», читаемого кафедрой «Автоматизированные электротехнологические установки» Новосибирского государственного технического университета студентам специальности 140605 – «Электротехнологические установки и системы». Потребность в таком издании возникла из-за отсутствия учебника, излагающего современное состояние электротехнологического оборудования. Многие материалы взяты из журнальных статей обзорного характера, появившихся за последние 10 лет. В пособии рассмотрены история развития и современное состояние электросталеплавильного производства, технология и конструкция современной дуговой сталеплавильной печи, составляющие ее энергетического баланса.

Работа подготовлена на кафедре  
автоматизированных электротехнологических установок

**УДК 621.365 (075.8)**

**ISBN 978-5-7782-1096-7**

© Горева Л.П., 2008  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗ-ВОДСТВА .....	8
1.1. Внедрение электрометаллургии стали в России .....	9
1.2. Концепция сверхмощной дуговой печи .....	13
1.3. Внедрение внепечной обработки стали .....	17
1.4. Новейшие технологические приемы ведения плавки .....	19
1.5. Печи постоянного тока .....	24
2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ В СВЕРХМОЩНОЙ ДСП .....	33
2.1. Заправка печи .....	33
2.2. Завалка шихты .....	35
2.3. Плавление шихты .....	36
2.4. Особенности окислительного периода плавки и доводки .....	41
2.5. Внепечная обработка стали .....	43
2.5.1. Обработка вакуумом .....	45
2.5.2. Продувка инертными газами .....	49
2.5.3. Продувка порошкообразными материалами .....	50
3. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ СВЕРХМОЩНЫХ ДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ .....	51
3.1. Футеровка печи .....	51
3.2. Водоохлаждаемый свод .....	57
3.3. Размеры плавильного пространства .....	57
3.4. Схема выпуска металла .....	64
3.5. Конструктивные решения элементов токоподвода .....	68
3.5.1. Кабельные гирлянды .....	68

3.5.2. Электроды .....	70
3.5.3. Подвижная часть вторичного токоподвода. Анализ и сравнение основных характеристик электрододержателей .....	72
4. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ.....	81
4.1. Приходные статьи энергетического баланса ДСП.....	82
4.2. Тепловые потери дуговых печей .....	83
4.2.1. Тепловые потери через футеровку и с охлаждающей водой.....	84
4.2.2. Тепловые потери с отходящими газами .....	88
5. ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ЭЛЕКТРОПЕЧНОГО КОНТУРА С ДУГАМИ .....	90
5.1. Однофазная модель электропечного контура. Электрические и рабочие характеристики дуговых печей .....	91
5.2. Модель трехфазного электропечного контура с дугами .....	95
5.2.1. Реализация модели для расчета токов .....	98
5.2.2. Реализация модели для расчета напряжений на дугах.....	101
5.3. Перенос мощности между фазами дуговой печи .....	104
5.4. Электродинамические взаимодействия в дуговых сталеплавильных электропечах .....	107
Библиографический список .....	111