



СИБИРСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN  
FEDERAL  
UNIVERSITY

**А.В. СУВОРИН**

# **ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

*Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению подготовки  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»*

Москва  
ИНФРА-М

Красноярск  
СФУ

2026

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Введение .....	6
<b>Часть I. Электротермия .....</b>	<b>10</b>
Глава 1. Основы теории электротермических установок .....	10
1.1. Способы преобразования электрической энергии в тепловую .....	10
1.2. Законы теплопередачи.....	11
1.3. Материалы, применяемые в электротермических ус- тановках .....	13
Глава 2. Электронагрев сопротивлением .....	20
2.1. Электрическое сопротивление и его физическая сущ- ность .....	20
2.2. Электрическое сопротивление металлических нагре- вательных элементов .....	21
2.3. Электротермические установки электрообогрева.....	23
2.4. Электрические печи сопротивления .....	27
2.5. Электрооборудование печей сопротивления .....	32
2.6. Электронагрев растворов и расплавов.....	35
2.7. Нагрев электрошлаковых установок.....	37
Глава 3. Контактная сварка .....	46
3.1. Физические процессы при контактной сварке.....	46
3.2. Стыковая сварка .....	48
3.3. Точечная сварка .....	50
3.4. Шовная сварка.....	53
3.5. Электрооборудование, применяемое при контактной сварке.....	54
Глава 4. Индукционный и диэлектрический нагрев.....	64
4.1. Индукционный нагрев .....	64
4.1.1. Теоретические основы индукционного нагрева ...	64
4.1.2. Индукционные плавильные установки .....	67
4.1.3. Индукционные установки для нагрева .....	78
4.2. Диэлектрический нагрев .....	83
4.2.1. Теоретические основы диэлектрического нагрева	83
4.2.2. Установки диэлектрического нагрева .....	87
4.3. Электроснабжение установок индукционного и ди- электрического нагрева .....	91

<b>Часть II. Установки дугового электрического нагрева .....</b>	<b>102</b>
Глава 5. Теория дугового разряда .....	102
5.1. Ионизация газов. Плазма – четвертое физическое состояние вещества.....	102
5.2. Электродуговой разряд.....	104
5.3. Закономерности плазмы электродугового столба.....	107
5.4. Дуга переменного тока .....	110
5.5. Регулирование электрической дуги .....	113
Глава 6. Дуговые электрические печи .....	121
6.1. Классификация дуговых электрических печей.....	121
6.2. Дуговые печи косвенного и прямого действия.....	121
6.2.1. Дуговые печи косвенного действия.....	121
6.2.2. Дуговые печи прямого действия .....	123
6.2.3. Электрическая часть дуговых печей косвенного и прямого действия.....	128
6.2.4. Электрические характеристики дуговых печей косвенного и прямого действия.....	133
6.2.5. Электромагнитное перемешивание стали в дуговых печах .....	135
6.2.6. Электроснабжение дуговых печей косвенного и прямого действия.....	137
6.3. Дуговые печи сопротивления: рудно-термические печи .....	138
6.4. Вакуумные дуговые печи.....	146
6.4.1. Дуговой разряд в вакуумных дуговых печах.....	148
6.4.2. Электрическая часть вакуумных дуговых печей...	149
Глава 7. Дуговая электрическая сварка .....	156
7.1. Теоретические основы дуговой сварки .....	156
7.2. Источники питания дуговой сварки.....	160
7.3. Особенности ручной дуговой сварки.....	170
7.4. Особенности полуавтоматической и автоматической сварки .....	171
Глава 8. Плазменные технологии .....	177
8.1. Получение и применение низкотемпературной плазмы.....	177
8.2. Плавильные установки с применением плазмы .....	189
8.3. Плазменная резка и сварка металлов.....	192
8.4. Плазменное нанесение покрытий.....	195
<b>Часть III. Технологии электронно-лучевого нагрева .....</b>	<b>201</b>
Глава 9. Установки электронно-лучевого нагрева .....	201
9.1. Теоретические основы электронно-лучевого нагрева ..	201

9.2. Конструктивные особенности электронно-лучевых установок .....	203
9.3. Применение электронно-лучевого нагрева .....	208
Глава 10. Оптические квантовые генераторы (лазеры) .....	217
10.1. Устройство и работа лазерных установок .....	217
10.2. Типы квантовых генераторов .....	220
10.3. Технологические основы лазерной обработки .....	227
<b>Часть IV. Технологии электрохимической и электрофизической обработки .....</b>	<b>233</b>
Глава 11. Электролизные технологии .....	233
11.1. Теория электрохимической обработки .....	233
11.2. Электролиз растворов и расплавов .....	235
11.3. Электрохимическая обработка изделий .....	237
11.4. Электроснабжение электрохимических технологий... ..	238
Глава 12. Электроэрозионная обработка металлических изделий.....	244
12.1. Теория электроэрозионных процессов .....	244
12.2. Характеристики импульсных разрядов и источников питания.....	246
12.3. Области применения электроэрозионной обработки .....	247
12.4. Особенности электроконтактной обработки.....	249
Глава 13. Электрохимико-механические процессы электролиза .....	255
13.1. Технология анодно-абразивной обработки .....	255
13.2. Технология анодно-механической обработки .....	257
13.3. Технология электрохимической обработки .....	260
13.4. Технологическое оборудование электрохимико-механической обработки.....	261
<b>Часть V. Электромеханические технологии.....</b>	<b>266</b>
Глава 14. Магнитно-импульсная обработка металлов .....	266
14.1. Теоретические основы магнитно-импульсной обработки .....	266
14.2. Технологическое оборудование магнитно-импульсной обработки.....	270
14.3. Особенности устройства электромагнитных насосов .....	273
Глава 15. Электрогидравлическая обработка материалов .....	280
15.1. Теория электрогидравлического эффекта .....	280
15.2. Практическое использование электрического разряда в жидкости.....	283
Глава 16. Получение и использование ультразвука .....	288
16.1. Теоретические основы ультразвуковой обработки .....	288

16.2. Устройство и работа ультразвуковых установок .....	289
16.3. Технологические особенности применения ультразвука.....	293
<b>Часть VI. Методы использования электрокинетических технологий</b> .....	<b>300</b>
Глава 17. Теоретические основы электронно-ионных технологий.....	300
17.1. Технологические особенности электронно-ионных процессов .....	300
17.2. Воздействие электрического поля на заряд частицы, находящейся в нем.....	302
17.3. Теория поведения заряженных частиц в электрическом поле.....	306
17.4. Адсорбирование частиц в электрическом поле .....	308
Глава 18. Устройство и работа электростатических установок ..	314
18.1. Устройство и работа электрофильтров.....	314
18.2. Конструктивные особенности питания электрофильтров.....	319
18.3. Применение электростатических технологий в установках различного назначения .....	322
<b>Часть VII. Электротехнологии в сельском хозяйстве</b> .....	<b>329</b>
Глава 19. Электротехнологии в животноводческих и птицеводческих комплексах .....	329
19.1. Определение мощности нагревательной установки ...	329
19.2. Электрокалориферные установки .....	332
19.3. Установки местного обогрева.....	337
19.4. Эксплуатация электротермического оборудования для создания микроклимата.....	346
Глава 20. Электротехнологии в сооружениях защищенного грунта .....	351
20.1. Электрический обогрев сооружений защищенного грунта .....	351
20.2. Электрообогрев почвы и воздуха .....	352
20.3. Правила технической эксплуатации электротермических устройств в теплицах и парниках.....	357
<b>Заключение</b> .....	<b>362</b>
<b>Библиографический список</b> .....	<b>363</b>
<b>Приложение</b> .....	<b>366</b>