

УДК 621.365(075.8)
А 502

Работа подготовлена на кафедре АЭТУ для студентов
III курса подготовки бакалавров по направлению 13.03.02
и магистрантов II курса по направлению 13.04.02

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В.Ю. Нейман*
д-р техн. наук, профессор *В.Н. Тимофеев*

Алиферов А.И.

А 502 Электрические печи как потребители электроэнергии: учебное пособие / А.И. Алиферов, Л.П. Горева, Г.В. Грамолина. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – 179 с.

ISBN 978-5-7782-4250-0

Учебное пособие посвящено характеристике электротехнологического оборудования – дуговых сталеплавильных, рудно-термических печей, установок индукционного, резистивного, специального нагрева – как нагрузки систем электропитания. Рассмотрены вопросы качества электроэнергии и его обеспечение при эксплуатации электротехнологического оборудования. Представлены реальные схемы электрооборудования электротехнологических установок.

Предназначено для студентов III курса подготовки бакалавров ФМА по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (дисциплина «Электроснабжение и электрооборудование электротехнологических установок»), а также для магистрантов II курса ФМА по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (дисциплина «Проблемы электромагнитной совместимости в электротехнологии»). Может быть полезно студентам и аспирантам электротехнических, электротехнологических специальностей, а также специалистам, разрабатывающим системы электроснабжения электротехнологических установок.

УДК 621.365(075.8)

ISBN 978-5-7782-4250-0

© Алиферов А.И., Горева Л.П.,
Грамолина Г.В., 2020
© Новосибирский государственный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ	7
1.1. Основные понятия и определения.....	7
1.2. Качество электроэнергии	22
1.2.1. Показатели и нормы качества электроэнергии	22
1.2.2. Частотная разгрузка и поддержание частоты.....	31
1.2.3. Меры по обеспечению качества напряжения	33
1.2.4. Снижение уровня несинусоидальности питающего напряжения.....	36
1.2.5. Симметрирование нагрузки	37
1.3. Компенсация реактивной мощности потребителей.....	39
1.3.1. Основные положения.....	39
1.3.2. Мероприятия по уменьшению реактивных нагрузок	40
1.3.3. Компенсирующие устройства для реактивных нагрузок	41
1.3.4. Виды источников поперечной компенсации	43
1.3.5. Устройства динамической компенсации колебаний напряжения	46
1.3.6. Установки продольной компенсации (УПК).....	51
2. ДУГОВЫЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ.....	53
2.1. Система электроснабжения дуговой печи	54
2.1.1. Схемы электроснабжения дуговых сталеплавильных печей	54
2.1.2. Печной трансформатор.....	59
2.1.3. Вторичный токоподвод	60
2.1.4. Электрическая дуга.....	64
2.2. ДСП как потребитель электроэнергии.....	66
2.2.1. Техническая характеристика дуговых сталеплавильных печей.....	66
2.2.2. Технологический процесс	67

2.3. Влияние ДСП на питающую сеть («фликер-эффект»)	70
2.4. Дуговые печи постоянного тока	78
3. РУДНО-ТЕРМИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ КАК ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	83
3.1. Общая характеристика рудно-термических печей.....	83
3.2. Схемы электроснабжения РТП.....	92
4. ИНДУКЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧИ И УСТАНОВКИ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА КАК ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	97
4.1. Индукционные электрические печи и основные характеристики их электрической нагрузки.....	97
4.2. Схемы электроснабжения индукционных печей	113
5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ И УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА КАК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	117
5.1. Характеристики печей сопротивления как потребителей электри- ческой энергии.....	117
5.2. Схемы электроснабжения печей сопротивления	130
5.3. Характеристики установок электроконтактного нагрева как потребителей электрической энергии	134
6. ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК СПЕЦЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУР- ГИИ КАК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	137
6.1. Печи электрошлакового переплава и литья.....	137
6.2. Дуговые вакуумные печи	147
6.3. Плазменные дуговые печи и установки	150
6.4. Высокочастотные плазменные установки	160
6.5. Установки ионного нагрева	161
6.6. Электронно-лучевые установки.....	162
6.7. Схемы электроснабжения печей спецэлектрометаллургии	169
6.7.1. Вакуумные дуговые печи и печи электрошлакового переплава	169
6.7.2. Плазменные и электронно-лучевые установки	175
Библиографический список	177